

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Θέμα: «Φασόλι, κουκί, φακή και λούπινο ως πολλά υποσχόμενες
καλλιέργειες ψυχανθών στην Ελλάδα»

*“ Bean, Lentils, Faba bean and Lupin as promising legume crops in
Greece”*

Δημήτρης Κατής

Φοιτητής σχολής Γεωπονικών Επιστημών και Αγροτικού Περιβάλλοντος

A.M.:1445

Επιβλέπων Καθηγητής: Νικόλαος Δαναλάτος

ΒΟΛΟΣ, 2019

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια των προπτυχιακών μου σπουδών, στην σχολή Γεωπονικών Επιστημών και Αγροτικού Περιβάλλοντος, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, το έτος 2019. Η διεξαγωγή της πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του καθηγητή Νικόλαου Δοναλάτου, Καθηγητή Γεωργίας – Οικολογίας Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας, της σχολής Γεωπονικών Επιστημών και Αγροτικού Περιβάλλοντος.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Νικόλαο Δοναλάτο, που μου πρόσφερε την ευκαιρία να εργαστώ και να εκπαιδευτώ πάνω στο αντικείμενό μου. Η βοήθειά του ήταν καθοριστικής σημασίας καθώς με καθοδήγησε και συνετέλεσε στην κατανόηση του αντικειμένου μου. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ακόμα τον κύριο Ιμπραχίμ – Αβραάμ Χα, Καθηγητή Γενετικής και Βελτίωσης Φυτών, για την περαιτέρω βοήθεια που μου προσέφερε καθώς και την Δρ. Σκουφογιάννη Ελπινίκη για την συστηματική στήριξη που μου προσέφερε και την καθοδήγηση στην πορεία συγγραφής της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να εκφράσω την απεριόριστη ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου για την στήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	i
Μέρος 1 ^ο	0
Φακή.....	0
Φακή.....	0
1.1.1.Βοτανική Περιγραφή	1
Θρεπτικά Συστατικά	2
1.2.1.Μάκροθρεπτικά συστατικά.....	2
1.2.2.Μίκροθρεπτικά συστατικά.....	4
1.3.Καλλιεργητικές Τεχνικές.....	5
1.3.1.Κλίμα	5
1.3.2.Έδαφος	5
1.3.3.Νερό	5
1.3.4.Προετοιμασία Εδάφους	6
1.3.5.Σπορά	8
1.3.6.Ζιζάνια και Ασθένειες.....	9
1.4.Καλλιέργεια φακής στην Ευρώπη και την Ελλάδα	14
Μέρος 2 ^ο	17
Φασόλι.....	17
2.1.Φασόλι	18
2.1.1.Χαρακτηριστικά Φασολιού	18
2.2.Στάδια ανάπτυξης	21
2.2.1.Περιγραφή σπόρου	21
2.2.2.Περιγραφή του φυτού	22
2.2.3.Στάδια ανάπτυξης	22
2.3.Θρεπτικά συστατικά.....	24
2.4.Καλλιεργητικές Τεχνικές.....	26
2.4.1.Έδαφος	26
2.4.2.Κλίμα	26
2.4.3.Τεχνικές καλλιέργειας	26
2.4.4.Λιπάσματα.....	27
2.4.5.Παράσιτα και ασθένειες	27
2.5.Παραγωγή για το φασόλι στην Ευρώπη και την.....	29

Μέρος 3 ^ο	32
Κουκί.....	32
3.1.Κουκί.....	33
3.2.Στάδια ανάπτυξης	34
3.3.Θρεπτικά συστατικά.....	34
3.4.Καλλιεργητικές τεχνικές	36
3.4.1.Έδαφος	36
3.4.2.Κλίμα	36
3.4.3.Νερό	36
3.5.Ασθένειες και παράσιτα.....	36
3.6.Παραγωγή του κουκιού στην Ελλάδακαι την Ευρώπη	37
Μέρος 4 ^ο	0
Λούπινο	0
3.1.Λούπινο	32
3.2.Μορφολογία.....	33
3.3.Θρεπτικά συστατικά λούπινου	35
3.4.Καλλιεργητικές τεχνικές λούπινου.....	36
3.4.1.Κλίμα	36
3.4.2.Υγρασία	37
3.4.3.Έδαφος	37
3.4.4.Συγκομιδή.....	37
3.5.Παράσιτα και ασθένειες	38
3.5.1.Παράσιτα.....	38
3.5.2.Ασθένειες	38
3.6.Παραγωγή του Λούπινου σε Ευρώπη και Ελλάδα.....	39
4.Συζήτηση και Συμπεράσματα.....	41
Βιβλιογραφία.....	45
ΔιαδικτυακέςΠηγές	47

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Από τα παλιότερα χρόνια έως και σήμερα ο άνθρωπος καλλιεργούσε την γη ώστε να μπορέσει να καλύψει τις διατροφικές του ανάγκες. Σημαντικές αλλαγές στον τρόπο αλλά και το μέγεθος των παραδοσιακών καλλιεργειών προκάλεσαν μια σειρά παραγόντων όπως ο υπερπληθυσμός του πλανήτη και οι σημαντικές κλιματικές αλλαγές. Νέες ποικιλίες φυτών προέκυψαν σε μια προσπάθεια αυτών για επιβίωση στις νέες κλιματικές συνθήκες του πλανήτη, αλλά και μετά από ανθρώπινη παρέμβαση ώστε να είναι δυνατή η αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών λόγω των υψηλών ενεργειακών απαιτήσεων του πληθυσμού.

Στην παρούσα εργασία στόχος είναι η μελέτη της καλλιέργειας των φυτών της φακής, του φασολιού, του κουκιού και του λούπινου και αναλύθηκαν οι απαιτήσεις των καλλιεργειών αυτών καθώς και οι πιθανές μολύνσεις τους που μπορούν να αποτελέσουν τροχοπέδη στην ανάπτυξή τους. Ακόμη αξιολογήθηκε η θερμιδική αξία των φυτών αυτών και οι διάφορες καλλιεργητικές τεχνικές για την επίτευξη της μέγιστης απόδοσής τους. Τέλος έγινε αναφορά σε στατιστικές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν και αφορούν την καλλιέργεια των φυτών αυτών στην Ελλάδα και την Ευρώπη τα προηγούμενα χρόνια.

Λύση στα παραπάνω ζητήματα αποτέλεσε η καλλιέργεια υψηλά ενεργειακών φυτών. Τα ψυχανθή, φυτά που ανήκουν στην οικογένεια των Κυαμοειδών, αποτελούν φυτά μεγάλης σημασίας για την γεωργία, την κτηνοτροφία αλλά και την οικονομία. Εμφανίζουν μια ποικιλία χρήσεων καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την διατροφή των ανθρώπων, για την παραγωγή ζωοτροφών αλλά και την παραγωγή σανού. Η φακή, το φασόλι, το κουκί και το λούπινο αποτελούν ορισμένα από τα φυτά που ανήκουν στην οικογένεια των ψυχανθών και καλλιεργούνται συστηματικά για την παραγωγή και συλλογή των σπόρων τους. Φυτά με μικρές εδαφικές και κλιματικές απαιτήσεις, με μεγάλη προσαρμοστικότητα αλλά και μεγάλη ενεργειακή απόδοση. Πλούσια σε πρωτεΐνες, βιταμίνες, αμινοξέα, σίδηρο, ασβέστιο και άλλα μάκρο- και μικρο-θρεπτικά συστατικά, αποτελούν σημαντική πηγή πρωτεϊνών και ενέργειας του πληθυσμού μας. Εμφανίζουν μεγάλη ποικιλία ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στις περιοχές όπου καλλιεργούνται, και ενώ τα περισσότερα είναι φτωχά σε λιπαρά, ορισμένα από αυτά εμφανίζουν ασυνήθιστα υψηλά επίπεδα λιπαρών και για αυτό εξετάζονται για την μελλοντική τους χρήση στην παραγωγή φυτικών ελαίων. Το γεγονός αυτό δείχνει την ολοένα αυξανόμενη χρήση των φυτών αυτών και την σημαντικότητά τους σε ποικίλες χρήσεις και εφαρμογές.

Abstract

From ancient years till these days, human cultivated earth for his need for food. Significant changes in the way and size of traditional crops have caused a number of factors such as planet's overpopulation and climate changes. Many of the plant's characteristics have changed, in an attempt to survive through these changes. Also overpopulation has increased the energy demands. So the crops yield should increase. A solution for all this issue was the cultivation of high energy plants. Legume plants such as lentils, beans and lupins, are some of the high energy plants and are systematically produced for their crops. They are very important plants because they are used in human diet and livestock production. Lentils, beans and lupins are all plants who easily adjust in different types of soil and climates, with great adaptability and energy efficiency. They are rich in proteins, vitamins, amino acids, iron, calcium and other macro- and micro-nutrients. Most of them are poor in fat, but some of them have abnormally high fat levels and are therefore being examined for their future use in the production of vegetable oils. This shows the increasing use of these plants and their importance in a variety of uses and applications. In this study we examined these plants cultivation and their needs to achieve a better crops yield. We also analyzed their nutritional value and their production in Greece and Europe.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μια οικογένεια φυτών μεγάλης σημασίας για την γεωργία, την κτηνοτροφία και την οικονομία, αποτελούν τα ψυχανθή. Τα φυτά αυτά καλλιεργούνται είτε για την διατροφή του ανθρώπου αλλά και για την διατροφή των ζώων καθώς χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ζωοτροφών. Τα ψυχανθή (*Fabaceae*) ανήκουν στην οικογένεια των Κυαμοειδών και στην τάξη *Rosales*. Αποτελούν μια υποοικογένεια δέκα χιλιάδων περίπου φυτών, ανάμεσα σε αυτά η φακή, το φασόλι, το κουκί και το λούπινο που θα αποτελέσουν το αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

Τα ψυχανθή που χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή σανού είναι η μηδική, ο βίκος και τα τριφύλλια ενώ εκείνα για την παραγωγή σπόρων οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν στην κτηνοτροφία είναι το μπιζέλι, τα κτηνοτροφικά κουκιά, το λούπινο και η σόγια. Τέλος, τα σημαντικότερα για την χρήση τους στην διατροφή του ανθρώπου είναι το φασόλι, το ρεβίθι, το κουκί, το λαθούρι και τα μπιζέλια. Οι καρποί των φυτών αυτών αποτελούν σημαντική πηγή πρωτεϊνών, υδατανθράκων, σιδήρου και ασβεστίου ενώ είναι φτωχές σε λιπαρά. Σε πολλές περιοχές ονομάζονται και ως «το κρέας του φτωχού» καθώς αποτελούν την κύρια πηγή πρωτεϊνών σε πολλές νέο-αναπτυσσόμενες χώρες.

Τα περισσότερα ψυχανθή είναι δικοτυλήδονα μονοετή ή πολυετή. Εμφανίζουν μια σειρά κοινών χαρακτηριστικών όπως:

- ♦ Συνήθως εμφανίζουν σύνθετα φύλλα.
- ♦ Η ωρίμανση του σπέρματος λαμβάνει χώρα στο εσωτερικό λοβών.
- ♦ Τα άνθη του παρομοιάζουν σε πεταλούδες.
- ♦ Αναπτύσσουν συχνά σχέσεις συμβίωσης με αζωτοβακτήρια του γένους *Rhizobium*, επιτυγχάνοντας έτσι την δέσμευση αζώτου και την μεταφορά του στο έδαφος.

Τα φυτά της οικογένειας των ψυχανθών μπορούν να είναι ποώδη, θαμνώδη αλλά και δενδρώδη. Για το λόγο αυτό εμφανίζουν ορισμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά στο στέλεχος των φυτών αλλά και του ριζικού τους συστήματος. Γενικά θα λέγαμε ότι αποτελούν σημαντική οικογένεια φυτών με πολλές χρήσεις και μεγάλη οικονομική σημασία.

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε ανάλυση των καλλιεργειών της φακής, του φασολιού, του κουκιού και του λούπινου, ως προς τις τεχνικές καλλιέργειας που έχουν αναπτυχθεί, τις απαιτήσεις των καλλιεργειών αυτών σε ότι αφορά το έδαφος και τα στοιχεία που πρέπει να διαθέτει, το κλίμα που ευδοκιμούν, τις απαιτήσεις τους σε νερό και φυσικά τις πιθανές ασθένειες που πιθανόν να προσβάλλουν τα φυτά και να αποτελέσουν ανασταλτικό παράγοντα στην ανάπτυξή τους. Τέλος μελετήθηκε η παραγωγή τους σε Ελλάδα και Ευρώπη.

Μέρος 1^ο

Φακή

Φακή

Το φυτό *Lens Culinaris* ή *Lens esculenta* ή αλλιώς η γνωστή σε όλους φακή είναι ένα αγγειόσπερμο δικότυλο φυτό που ανήκει στην οικογένεια των Κυαμοειδών και στην τάξη των Κυαμωδών (**Εικόνα 1**). Αποτελεί ένα από τα πρώτα φυτά που ξεκίνησε να καλλιεργείται συστηματικά από τον άνθρωπο, με κύριο στόχο την καλλιέργεια του σπόρου του που αποτελεί ένα από τα βασικότερα όσπρια. Το γένος *Lens* αποτελείται από τα είδη:

- *Lens culinaris Medikus*
- *L. orientalis*
- *L. nigricam*
- *L. ervoids*
- *L. odemensis*
- *L. lamottei*
- *L. tomentosus*

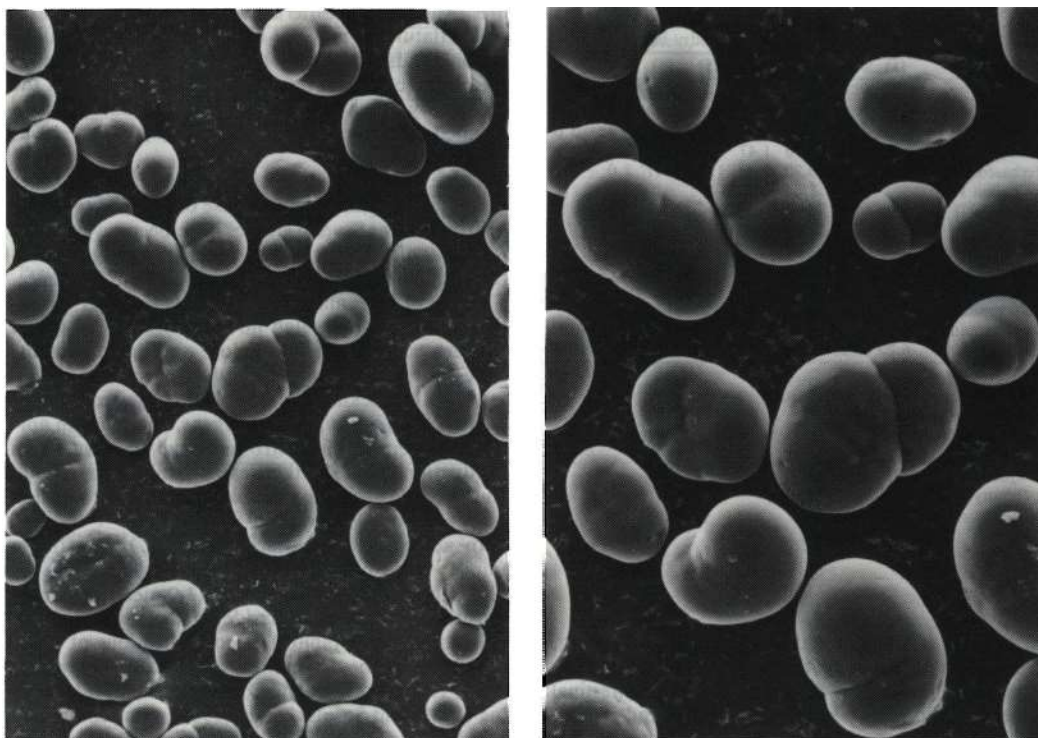
Όλα τα είδη του φυτού είναι ετήσια, ποώδη διπλοειδή ($2N=14$). Η δομή της φακής παρομοιάζει με την μορφή των άλλων όσπριων (**Εικόνα 2**). Πιο συγκεκριμένα ο σπόρος της φακής αποτελείται από τρία βασικά συστατικά:

- I. Στρώμα που καλύπτει τον σπόρο
- II. Κοτυληδόνες
- III. Έμβρυο

Τα τρία αυτά μέρη που συγκροτούν τον καρπό, αποτελούν κατά απόλυτη αντιστοιχία το 8%, 90% και 2% του συνολικού βάρους του σπόρου αυτού (Singhetal., 1968). Οι κοτυληδόνες αποτελούν το σημαντικότερο και μεγαλύτερο μέρος του σπόρου της φακής. Αυτό συμβαίνει καθώς αποτελεί την δεξαμενή θρεπτικών συστατικών του σπόρου της φακής. Ακόμα και η αποφλοιώση του σπόρου της με ταυτόχρονη εξαγωγή και του εμβρύου δεν θα οδηγούσε σε σημαντική απώλεια των θρεπτικών συστατικών του καρπού.



Εικόνα 1: Απεικόνιση της μορφής του φυτού αλλά και του καρπού της φακής (*Lensculinaris*). (Διαδικτυακή πηγή: <http://Wikipedia.gr>).



Εικόνα 2: Εικόνα από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο του φλοιού από τον καρπό του LairdLentil (RSBhatty, 1988).

1.1.1.Βοτανική Περιγραφή

Το φυτό της φακής αποτελείται από ένα λεπτό στέλεχος το οποίο καθώς αναπτύσσεται δεν ξεπερνά τα 45 εκατοστά. Εμφανίζει έναν ιδιαίτερο τρόπο ανάπτυξης. Καθώς αυξάνεται, οι δυο πρώτοι κόμβοι του είναι αδρανείς και βρίσκονται κάτω από το έδαφος. Σε περίπτωση που η κορυφαία θέση υποστεί βλάβη ή εάν οι συνθήκες ανάπτυξης δεν είναι οι επιθυμητές, νέα μπουμπούκια θα βλαστήσουν στο ανώτερο σημείο από τους αδρανείς κόμβους. Σε φυσιολογικές συνθήκες το βασικό στέλεχος (υπέργειο τμήμα του βλαστού) καθώς αναπτύσσεται μπορεί να σχηματίσει πάνω από τέσσερις βασικές διακλαδώσεις. Δημιουργώντας έτσι πρώτης τάξης διακλαδώσεις. Οι διακλαδώσεις αυτές εκφύονται από τους κόμβους του κύριου βλαστού. Ο πρώτος ανθός του φυτού φαίνεται να εμφανίζεται στο ενδέκατο ή δέκατο τρίτο κόμβο του βλαστού (πάνω από τους δυο αδρανείς κόμβους), ενώ τα φύλλα του φυτού είναι σύνθετα και αποτελούνται από δέκα ζεύγη φυλλαρίων, τα οποία καταλήγουν σε αγκάθι. Ένα ή δυο μικροί σπόροι φακής σχηματίζονται, σε μικρούς πεπλατυσμένους λοβούς στις μασχάλες των φύλλων από τον ενδέκατο κόμβο και έως τον δέκατο τρίτο κόμβο του βλαστού.

Το χρώμα το σπόρου της φακής ποικίλει. Μπορεί να κυμαίνεται από λευκό, ανοιχτό πράσινο, γκρί, καστανό ή και μαύρο με μωβ κυλίδες διαφόρων μεγεθών (Vandenberg and Slinkard, 1990) (**Εικόνα 3**). Το βάρος των σπόρων εμφανίζει και αυτό διακυμάνσεις ανάλογα με την ποικιλία και τον τόπο παραγωγής. Έτσι βλέπουμε ότι το βάρος των σπόρων της φακής κυμαίνεται από 30g έως 70g / 1000 σπόρους στις καναδικές ποικιλίες ενώ το βάρος αυτό είναι πολύ μικρότερο στις ινδικές ποικιλίες αλλά και τα άγρια είδη του φυτού.

Εικόνα 3: Απεικόνιση των διαφόρων χρωματικών τύπων του σπόρου της φακής (*Lensculinaris*). (Διαδικτυακή πηγή: <https://www.wpr.org>)



Ποιές είναι όμως οι βέλτιστες συνθήκες ανάπτυξης για το φυτό της φακής; Η φακή φαίνεται να αποδίδει καλύτερα σε εδάφη με pH κοντά στις τιμές από 6.0 έως 8.0. Δεν μπορεί να αποδώσει σε υδάτινα εδάφη και δεν μπορεί να αντέξει τις πλημμύρες και την υψηλή αλατότητα. Φαίνεται όμως να είναι πολύ καλά προσαρμοσμένη στην ζώνη του καφέ σκούρου εδάφους του δυτικού Καναδά (Saskatchewan Pulse Growers, 2000). Είναι σαφές πως για τους παραπάνω λόγους μεγάλα ποσά της Καναδικής παραγωγής φακής προορίζονται για εξαγωγή σε άλλες χώρες. Εκτός όμως από τους σπόρους της φακής το άχυρό της μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί είτε ως ζωική τροφή υψηλής ποιότητας είτε ως πηγή οργανικού υλικού για την βελτίωση του εδάφους προς καλλιέργεια.

Θρεπτικά Συστατικά

1.2.1.Μάκροθρεπτικά συστατικά

Όπως τα περισσότερα όσπρια έτσι και η φακή, αποτελούν πηγή πρωτεϊνών. Οι περισσότερες πρωτεΐνες στα όσπρια είναι «αποθηκευτικές» πρωτεΐνες, οι οποίες χρησιμοποιούνται από τον σπόρο κατά την διαδικασία της βλάστησής του. Πέραν όμως των αποθηκευτικών πρωτεϊνών που λαμβάνει ο άνθρωπος από την κατανάλωση του σπόρου της φακής, λαμβάνει και κάποιες άλλες πρωτεΐνες, τις οποίες διαθέτει ο καρπός, και φαίνεται να έχουν ένα πιο ενεργό ρόλο. Οι βιολογικά ενεργές αυτές πρωτεΐνες συχνά αναφέρονται ως «αντι-θρεπτικά» συστατικά, όπως οι λεκτίνες και οι αναστολείς πρωτεασών (El-Adawy et al., 2007). Ακόμη το πρωτεϊνικό κλάσμα του συνολικού αζώτου της φακής, συχνά αναφερόμενο και ως πρωτεϊνικό άζωτο, είναι σημαντικό υψηλό στις φακές και αντιπροσωπεύει το 89% του συνολικού αζώτου. Εκτός από τις πρωτεΐνες αυτές, οι φακές παρέχουν απαραίτητα αλλά και μη-απαραίτητα αμινοξέα. Τα αμινοξέα αυτά θα παίξουν σημαντικό ρόλο στις μεταβολικές ανάγκες του ανθρώπινου οργανισμού. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά καθιστούν τις φακές την νούμερο ένα πηγή βρώσιμων πρωτεϊνικών μεμβρανών, ώστε να χρησιμοποιηθούν στην βιομηχανία τροφίμων (Bamdad F. et al., 2006).

Εκτός των πολλών πρωτεϊνών που προσφέρουν οι φακές στον άνθρωπο, είναι πλούσιες και σε υδατάνθρακες. Μελέτες επεξεργασίας των εκχυλισμάτων των καρπών της φακής έχουν δείξει πως το άμυλο κατέχει υψηλό ποσοστό στην φακή αυτό του 47.1% (Hoover et al., 2010). Υψηλό είναι και το ποσοστό των φυτικών ινών με τις αδιάλυτες ίνες να φτάνουν το 93 – 99,7% (Bednar et al., 2001). Ακόμη οι φακές είναι πλούσιες και σε ολιγοσακχαρίτες της οικογένειας των α-γαλακτοσιδών. Οι ολιγοσακχαρίτες αυτοί αποτελούν σημαντικούς επιλεκτικούς προαγωγούς της ανάπτυξης ευεργετικών βακτηρίων στην εντερική κοιλότητα του ανθρώπινου οργανισμού. Οι ολιγοσακχαρίτες αυτοί αποτελούν το 53% των συνολικών ολιγοσακχαριτών του καρπού της φακής και ακολουθούνται και από άλλους ολιγοσακχαρίτες όπως η ραφινόζη (Vidal-Valverde et al., 2001). Τέλος οι φακές έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά για τον λόγο αυτό συγκαταλέγεται στα ενεργειακά χαμηλά τρόφιμα. Πιο συγκεκριμένα αντιστοιχεί μελέτη στα εκχυλίσματα των καρπών της φακής σημειώνει πως έχουμε 1.4g λιπαρών σε 100g φακής (Ryan et al., 2007). Συγκενρωτικά τα μακροθρεπτικά συστατικά που περιέχουν οι φακές φαίνονται στον **πίνακα 1**.

Πίνακας 1: Συγκενρωτικός πίνακας μακρο- και μικρο θρεπτικών του καρπού της φακής (USDA, 2010)

Nutrient	Unit	Whole lentils	Split lentils	Dietary reference value
Proximate				
Water		10.4	11.8	–
Energy	kJ	1,477	1,443.5	2,000
Protein	g	25.8	25	50
Total lipids (Fat)	g	1.1	2.2	65
Ash	g	2.7	1.9	–
Carbohydrates, by difference	g	60.1	59.2	300
Fibers, total dietary	g	30.5	10.8	25
Sugars, total	g	2.0	–	–
Sucrose	g	1.5	–	–
Glucose (Dextrose)	g	0.0	–	–
Fructose	g	0.3	–	–
Lactose	g	0.0	–	–
Maltose	g	0.3	–	–
Galactose	g	0.0	–	–
Minerals				
Calcium, Ca	mg	56	41	1,000
Iron, Fe	mg	7.5	7.6	18
Magnesium, Mg	mg	122	72	400
Phosphorus, P	mg	451	294	1,000
Potassium, K	mg	955	578	3,500
Sodium, Na	mg	6	7	2,400
Zinc, Zn	mg	4.8	3.9	15
Copper, Cu	mg	0.5	1.3	2
Manganese, Mn	mg	1.3	1.4	2
Selenium, Se	µg	8.3	8.2	70
Vitamins				
Vitamin C, total ascorbic acid	mg	4.4	1.7	60

Πίνακας 1 (συνέχεια): Συγκεντρωτικός πίνακας μακρο- και μικρο θρεπτικών του καρπού της φακής (USDA, 2010).

Thiamin	mg	0.9	0.5	1.5
Riboflavin	mg	0.2	0.1	1.7
Niacin	mg	2.6	1.5	20
Pantothenic acid	mg	2.1	0.3	10
Pyridoxine (B6)	mg	0.5	0.4	2
Folate, total DFE	μg, DFE	479	204	400
Vitamin A, IU	IU	39	58	5,000
Vitamin A, RAE	μg -RAE	2	3	–
Carotene, beta	μg	23	35	–
Vitamin E (α-tocopherol)	mg	0.5	–	30 IU
Tocopherol (γ-tocopherol)	mg	4.2	–	–
Vitamin K (phylloquinone)	μg	5.0	–	80
Choline, total	mg	96.4	–	–
Lipids				
Fatty acids, total SFA	g	0.2	0.4	20
Fatty acids, total MUFA	g	0.2	0.5	–
Fatty acids, total PUFA	g	0.5	1.1	–
Cholesterol	mg	0.0	0.0	300

1.2.2.Μικροθρεπτικά συστατικά

Εκτός των μακροθρεπτικών που διαθέτουν οι φακές, διαθέτουν και πληθώρα μικροθρεπτικών συστατικών εξίσου σημαντικών για τον ανθρώπινο οργανισμό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιων συστατικών αποτελεί ο σίδηρος, ένα σημαντικό στοιχείο για τον ανθρώπινο οργανισμό που βρίσκεται σε υψηλή συγκέντρωση στον καρπό της φακής. Ακόμα σε υψηλές συγκεντρώσεις βρίσκεται και ο ψευδάργυρος, το μαγνήσιο αλλά και το ασβέστιο (Dermibas A, 2005; Umata Metal;., 2005). Έχει παρατηρηθεί επίσης πως το Κάλιο εμφανίζεται σε σχετικά μεγαλύτερη συγκέντρωση από ότι το Νάτριο στις φακές. Πιο συγκεκριμένα μελέτες έδειξαν πως έχουμε σχετικά χαμηλό Νάτριο με συγκριτικά υψηλό κάλιο σε μια αναλογία Κ:Να από 30:1 έως 90:1 (Padovani R Metal., 2007). Το Σελήνιο είναι ακόμα ένα από τα μικροθρεπτικά συστατικά που απαντώνται στις φακές. Η συγκέντρωσή του ποικίλει ανάλογα με το έδαφος αλλά και τις γεωργικές πρακτικές που ακολουθούν ο γεωργός για την καλλιέργεια της φακής. Πιο συγκεκριμένα στις Καναδικές ποικιλίες φαίνεται να υπάρχουν από 425 έως 673Ιg Σελήνιου ανά ένα κιλό φακής (ThavaraajahDetal., 2011). Τέλος σημαντικές είναι και οι βιταμίνες οι οποίες εμφανίζονται σε υψηλά επίπεδα στις φακές. Ορισμένες από αυτές είναι το φολικό οξύ, η θειαμίνη, η ριβοβλαβίνη καθώς και υδατοδιαλυτές βιταμίνες όπως η νιασίνη, το παντοθενικό οξύ και η πυριδοξίνη. Οι φακές είναι επίσης πλούσιες και σε Βιταμίνες E και K.

1.3.Καλλιεργητική Τεχνική

1.3.1.Κλίμα

Η φακή αποτελεί ένα φυτό με μεγάλη προσαρμοστικότητα σε ποικίλες θερμοκρασίες αλλά και εδάφη. Παρά την προσαρμοστικότητά του όμως αυτή, δεν αναπτύσσεται σε όλες τις θερμοκρασίες ούτε σε όλα τα εδάφη. Σε ότι αφορά την θερμοκρασία, η φακή φαίνεται να είναι αρκετά ευαίσθητη στο παρατεταμένο ψύχος αλλά και στις παρατεταμένες υψηλές θερμοκρασίες. Από την μια ενώ εμφανίζει αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες δεν μπορεί να αντέξει τους δριμύς χειμώνες και τους παρατεταμένους παγετούς με θερμοκρασίες κάτω των -10°C . Αντίστοιχα προβλήματα στα σπέρματα των φυτών μπορεί να προκαλέσουν και οι παρατεταμένες υψηλές θερμοκρασίες άνω των 30°C . Θα λέγαμε λοιπόν πως οι βέλτιστες θερμοκρασίες για την ανάπτυξή τους αποτελούν οι θερμοκρασίες μεταξύ των 18°C και των 30°C . Σε περιοχές με σκληρούς χειμώνες η φακή σπέρνεται συνήθως την άνοιξη. Συχνά όμως σε διάφορες περιοχές χρησιμοποιούνται ποικιλίες με κάποια ανθεκτικότητα στο ψύχος. Σε τέτοιες περιπτώσεις ή σε περιοχές με ήπιους χειμώνες η φακή μπορεί να σπέρνεται κατά την διάρκεια του Φθινοπώρου. Συνοψίζοντας θα λέγαμε πως η βέλτιστη κατανομή των θερμοκρασιών σε μια καλλιεργητική περίοδο είναι: οι χαμηλές θερμοκρασίες να συμπίπτουν με την περίοδο βλαστητικής ανάπτυξης του φυτού, ενώ οι υψηλές θερμοκρασίες με την περίοδο ωρίμανσης (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων **Διαδικτυακή πηγή:** www.opengov.gr).

1.3.2.Έδαφος

Όπως προαναφέραμε οι φακές είναι ένα φυτό το οποίο προσαρμόζεται σε ποικίλα εδάφη. Όμως ευδοκιμεί σε εδάφη ελαφριάς έως μέσης σύστασης με καλή αποστράγγιση και όχι σε εδάφη με μεγάλη οξύτητα, συνήθως με pH από 6 έως 8. Απαραίτητο είναι επίσης το έδαφος να είναι πλούσιο σε ασβέστιο ενώ ταυτόχρονα φτωχά ή μέτρια σε περιεκτικότητα σε οργανικές ουσίες (Kadambot Siddique et al., 2012).

1.3.3.Νερό

Ποιές είναι όμως οι απαιτήσεις του φυτού της φακής σε νερό; Γενικά η φακή θεωρείται ένα φυτό με ανθεκτικότητα στην ξηρασία, με τις μικρόσπερμες ποικιλίες να είναι πιο ανθεκτικές από τις αντίστοιχες μεγαλόσπερμες. Αντίθετα δεν ευδοκιμεί σε εδάφη με μεγάλη υγρασία ή σε εδάφη τα οποία πλημμυρίζουν ή δεν στραγγίζουν καλά. Γενικά στην χώρα μας η καλλιέργεια της φακής πραγματοποιείται χωρίς άρδευση, κυρίως με ποσότητες νερού που αποθηκεύονται στο έδαφος κατά την διάρκεια των βροχοπτώσεων. Οι απαιτήσεις σε νερό για μια καλή παραγωγή είναι 15 – 20 εκατοστά νερού ανά στρέμμα καλλιέργειας. Συμπερασματικά προκύπτει πως η ιδανική κατανομή της υγρασίας κατά την καλλιεργητική περίοδο είναι η εξής (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων **Διαδικτυακή πηγή:** www.opengov.gr):

- ✓ Επαρκής υγρασία κατά την διάρκεια ολόκληρης της βλαστητικής ανάπτυξης των φυτών.
- ✓ Σταδιακά μειούμενα επίπεδα υγρασίας περνώντας στο στάδιο της άνθισης των φυτών, τον σχηματισμό και την ωρίμανση των σπόρων. Τα μειωμένα αυτά επίπεδα υγρασίας είναι επιθυμητά καθώς ενώ το φυτό περνά στο στάδιο της άνθισης, η

υψηλή υγρασία μπορεί να ευνοήσει την εμφάνιση ασθενειών καθώς επίσης μπορεί να συμβάλλει στην μείωση του αριθμού των σπόρων που σχηματίζονται.

1.3.4. Προετοιμασία Εδάφους

Η προετοιμασία του εδάφους αποτελεί το φθινοπωρινό όργωμα που ακολουθείται από την κατάλληλη λίπανσή του (**Εικόνα 4**). Το έδαφος θα πρέπει να είναι ψιλοχωματισμένο και όσο το δυνατόν ισοπεδωμένο. Ειδικά στην περίπτωση χρήσης μηχανημάτων για την διαδικασία της συγκομιδής, δεν θα πρέπει το έδαφος να είναι γεμάτο πέτρες. Γενικά η προετοιμασία του εδάφους για την καλλιέργεια της φακής εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους και την προηγούμενη καλλιέργεια αλλά και την εποχή καλλιέργειας. Τέλος θα πρέπει να λαμβάνονται πάντα μέτρα ώστε το έδαφος να μην «νεροκρατεί» και να έχει ικανοποιητικά επίπεδα υγρασίας ώστε να μην ευνοούνται ασθένειες των φυτών (Kadambot Siddique et al., 2012).

Σε ότι αφορά την λίπανση του εδάφους, θα πρέπει να γίνεται έπειτα από ανάλυση του χώματος ώστε να επιλέγεται το κατάλληλο λίπασμα ανάλογα με τις ανάγκες του εδάφους. Οι κύριες απαιτήσεις του φυτού είναι σε άζωτο (N), Φώσφορο (P) και Κάλιο (K). Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού, πριν τον σχηματισμό των φυματίων και την έναρξη της αζωτοδέσμευσης, τα φυτά χρησιμοποιούν για να καλύψουν τις ανάγκες τους το εδαφικό άζωτο. Αυτό συμβαίνει γιατί ο σχηματισμός των φυματίων και η λειτουργία της αζωτοδέσμευσης αποκαθίσταται δυο εβδομάδες μετά το φύτευμα των σπόρων. Στις περιπτώσεις εδαφών φτωχών σε άζωτο το φυτό της φακής δυσκολεύεται να καλύψει τις απαιτήσεις του σε άζωτο. Για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητη η προσθήκη αζώτου στο έδαφος. Η προσθήκη αυτή αποτελεί σημαντικό στάδιο στην προετοιμασία του εδάφους καθώς η έλλειψη αζώτου μπορεί να οδηγήσει σε καθυστέρηση της ανάπτυξης του φυτού αλλά και σε αδυναμία του να ανταγωνιστεί τα ζιζάνια καθώς τα φυτά εμφανίζουν χλώρωση. Προβλήματα μπορεί να δημιουργήσει και στην έναρξη της αζωτοδέσμευσης στο φυτό. Αυτό μπορεί να συμβεί λόγω της κακής ανάπτυξης των ριζών του φυτού που επηρεάζει την αποκατάσταση της σχέσης του φυτού με τα αζωτοδεσμευτικά βακτήρια η οποία καθυστερεί πολύ.

Στις περιπτώσεις λοιπόν όπου υπάρχει έλλειψη αζώτου στο έδαφος, μπορεί να γίνει η προσθήκη αζώτου από τον καλλιεργητή. Η προσθήκη αυτή όμως πρέπει να γίνεται με προσοχή, καθώς πρέπει αρχικά να έχει γίνει σωστή εκτίμηση της εδαφοανάλυσης για τις απαιτήσεις του εδάφους ώστε το άζωτο να προστεθεί στην κατάλληλη ποσότητα και με την κατάλληλη μορφή. Ακόμα μπορεί να γίνει εμβολιασμός του εδάφους με κατάλληλους βιότυπους αζωτοβακτηρίων. Η διαδικασία αυτή συχνά πραγματοποιείται με την σπορά (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων **Διαδικτυακή πηγή:** www.opengov.gr).



Εικόνα 4: Όργωμα του εδάφους με μηχανικά μέσα με επακόλουθη λίπανσή του, τον Νοέμβριο του 2009 (Kadambot Siddiqueetal., 2012).

Σε ότι αφορά τις ανάγκες του φυτού της φακής σε Φώσφορο, υποστηρίζεται πως είναι χαμηλές. Οι φακές καλλιεργούνται σε εδάφη φτωχά σε φώσφορο όμως όταν γίνει προσθήκη φωσφόρου παρατηρείται αύξηση της απόδοσης των φυτών. Αυτό συμβαίνει καθώς ο φώσφορος συμβάλλει στην ανάπτυξη πλούσιου ριζικού συστήματος αλλά και στην δέσμευση του αζώτου. Είναι σημαντικό όμως να σημειωθεί πως αν κατά την σπορά έρθει σε επαφή ο σπόρος των φυτών με τα φωσφορικά λιπάσματα η πυκνότητα των φυτών της καλλιέργειας θα υποστεί ζημιά (Kadambot Siddique etal., 2012)..

Τέλος σε ότι αφορά τις απαιτήσεις καλίου, γενικά τα ελληνικά εδάφη σπάνια εμφανίζουν ανάγκη για προσθήκη καλίου. Αν κάποια εδάφη εμφανίζουν την ανάγκη για προσθήκη καλίου συχνά γίνεται προσθήκη του με την μορφή χλωριούχου καλίου. Σημειώνεται ότι το κάλιο βοηθά στην βλαστικότητα της φακής (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων **Διαδικτυακή πηγή:** www.opengov.gr).

1.3.5.Σπορά

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η σπορά της φακής μπορεί πραγματοποιείται ανάλογα με το κλίμα της κάθε περιοχής, δυο φορές τον χρόνο, είτε το Φθινόπωρο για περιοχές με ήπιους χειμώνες, είτε την άνοιξη σε περιοχές με σκληρούς χειμώνες. Έχει παρατηρηθεί όμως πως οι καλλιέργειες που πραγματοποιούνται την άνοιξη έχουν μικρότερη απόδοση από τις καλλιέργειες του Φθινοπώρου. Το Φθινόπωρο η σπορά πραγματοποιείται τους μήνες Οκτώβριο ή Νοέμβριο. Οι βέλτιστες θερμοκρασίες για την σπορά της φακής είναι από 15 έως 25°C. Αυτό γιατί τα φυτά αναδύονται σε πέντε έως οκτώ ημέρες και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες το φύτευμα καθυστερεί.

Η φακή μπορεί να σπέρνεται είτε με το χέρι «πεταχτά» είτε με την χρήση κατάλληλων μηχανών σε γραμμές που απέχουν μεταξύ τους απόσταση 20-35 εκατοστά. Αντίστοιχα το βάθος στο οποίο σπέρνεται η φακή με την χρήση των μηχανών είναι 3 έως 8 εκατοστά.

Η ποσότητα που χρησιμοποιείται για να υπάρξει μια καλή παραγωγή εκτιμάται περίπου σε έναν πληθυσμό των 130 φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο. Η αυξημένη πυκνότητα του πληθυσμού των φυτών, τα βοηθά να μπορούν να ανταγωνίζονται τα ζιζάνια. Παρ' όλα αυτά όμως η πυκνότητα των φυτών δεν μπορεί να υπερβαίνει ορισμένα όρια καθώς η υψηλή πυκνότητα των φυτών εγκυμονεί κινδύνους εμφάνισης ασθενειών στα φυτά κυρίως στις υγρές περιοχές και επίσης καθιστά τα φυτά επιρρεπή στο πλάγιασμα. Πρακτικά η ποσότητα του σπόρου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μπορεί να υπολογιστεί από τον μαθηματικό τύπο που ακολουθεί:

$$\text{Ποσ. Σπόρου} = \frac{[(\text{Αρ. Φυτών/τ.μ}) \times \text{Βαρός } 1000 \text{ σπόρων}] \times 10}{\text{Αναμενόμενο \% ποσοστό επιβίωση φυτών.}}$$

Με την χρήση του παραπάνω τύπου και κατ'εκτίμηση συνολικά των παραγόντων για μια καλή παραγωγή, προκύπτει ότι για μικρόσπερμες ποικιλίες όπου το βάρος εκατό σπόρων κυμαίνεται από 30 έως 45 γραμμάρια, η ιδανική πυκνότητα των φυτών είναι 170.000 φυτά ανά στρέμμα. Για την πυκνότητα αυτή συνήθως απαιτούνται 5-8 κιλά σπόρου ανά στρέμμα. Αντίστοιχα για μεγαλόσπερμες ποικιλίες η αντίστοιχη πυκνότητα εκτιμάται στα 155.000 φυτά ανά στρέμμα, των οποίων το βάρος των εκατό σπόρων να κυμαίνεται από 45 έως 60 γραμμάρια. Για την πυκνότητα αυτή συνήθως απαιτούνται 8-12 κιλά σπόρου ανά στρέμμα (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων **Διαδικτυακή πηγή:** www.opengov.gr).

1.3.6.Ζιζάνια και Ασθένειες

Ένας σημαντικό ανασταλτικός παράγοντας στην ανάπτυξη των οσπρίων άρα και των φυτών της φακής, αποτελούν τα ζιζάνια. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης οι περισσότερες καλλιέργειες οσπρίων έχουν αργή ανάπτυξη με αποτέλεσμα να είναι επιρρεπής στον ανταγωνισμό με ζιζάνια. Ο ανταγωνισμός αυτός είναι δυνατόν να μειώσει την απόδοση της καλλιέργειας κατά 25 έως 40% (Pandeyetal., 1998). Όταν η εμφάνιση των ζιζανίων συμβαίνει ταυτόχρονα με την σπορά των φυτών της φακής, τα ζιζάνια θα πρέπει να ελέγχονται ώστε να μειωθούν σε διάστημα 50 έως 70 ημερών, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι συνέπειες αυτών στην απόδοση των φυτών (Díaz and Peñaloza 1995). Μελέτες έχουν δείξει πως μια σειρά παραγόντων μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην μείωση των επιπτώσεων των ζιζανίων στα φυτά της φακής. Οι παράγοντες αυτοί είναι(Siddiqueetal., 2012):

- Η πυκνότητα των ζιζανίων.
- Η ποικιλία των φυτών της καλλιέργειας.
- Το ποσοστό σποράς.
- Η εναλλαγή των καλλιεργειών.

Η χρήση χημικών υπήρξε το πρώτο βήμα στην καταπολέμηση των ζιζανίων. Έτσι στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και στις αρχές της δεκαετίας του 1990, χρησιμοποιήθηκαν ευρέως επιλεκτικά ζιζανιοκτόνα σε συνδυασμό με υψηλής απόδοσης και ανθεκτικές στα ζιζανιοκτόνα ποικιλίες. Φέρνοντας με τον τρόπο αυτό επανάσταση στην παραγωγή οσπρίων, καθώς η παραγωγή αυτή άγγιξε τα χρόνια αυτά μεγάλα ποσοστά απόδοσης(Siddiqueetal., 2012). Άμεση συνέπεια της διαδεδομένης χρήσης των χημικών ήταν η επιμόλυνση του περιβάλλοντος και του υδροφόρου ορίζοντα και φυσικά η ανάπτυξη νέων ζιζανίων ανθεκτικά σε χημικά και ζιζανιοκτόνα.



Εικόνα 5: Καλλιέργεια έπειτα από προσβολή του μύκητα *AscochytaLentis*.
(Διαδικτυακή πηγή:www.gaiapedia.gr)

Ο έλεγχος των ζιζανίων μπορεί να γίνεται από τον παραγωγό με μηχανικά, καλλιεργητικά ή χημικά μέσα. Ο μηχανικός έλεγχος των ζιζανίων περιλαμβάνει το σκάλισμα και το βοτάνισμα το οποίο ενδείκνυται στην βιολογική γεωργία. Πρέπει όμως να γίνεται με προσοχή γιατί μπορεί να προκαλέσει βλάβες στις ρίζες αλλά και τα στελέχη των φυτών.

Καλλιεργητικά ο έλεγχος των ζιζανιοκτόνων γίνεται με το έλεγχο της πυκνότητας των φυτών της καλλιέργειας που όπως προαναφέρθηκε έχει σημαντικό ρόλο στον ανταγωνισμό των φυτών με τα ζιζάνια αλλά και με την διαδικασία της αμειψισποράς. Η διαδικασία της αμειψισποράς συμπεριλαμβάνει την εναλλαγή των καλλιεργειών σε έναν αγρό με επιστροφή στην φακή. Η αμειψισπορά με επιστροφή στην φακή ιδανικά θα πρέπει να είναι 3ετής ή και 4ετής. Γενικά υποστηρίζεται πως δεν επιτρέπεται να καλλιεργείται πάνω από ένα έτος στο ίδιο χωράφι φακή. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να λαμβάνεται κατά την διαδικασία αμειψισποράς στα ζιζανιοκτόνα και στα υπολείμματα αυτών που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των ζιζανίων σε άλλες καλλιέργειες μικρών σιτηρών. Αυτό πρέπει να εκτιμάται καθώς πολλά από αυτά τα ζιζανιοκτόνα είναι τοξικά για την φακή και κατα την αμειψισπορά με επιστροφή στην φακή υπολείμματα αυτών που πιθανόν να χρησιμοποιήθηκαν σε προηγούμενες καλλιέργειες, να προκαλέσουν βλάβες στα φυτά της φακής(Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων **Διαδικτυακή πηγή:** www.opengov.gr , GossenBDetal., 1983).

Τέλος σε ότι αφορά τον χημικό έλεγχο των ζιζανίων, δεν είναι άλλος από την χρήση χημικών ζιζανιοκτόνων. Η χρήση των ζιζανιοκτόνων πρέπει να γίνεται με προσοχή γιατί είναι πιθανή η υπολειμματική συγκέντρωσή τους στο έδαφος σε τοξικά επίπεδα για τα φυτά. Όπως θα δούμε παρακάτω εκτός των χημικών ζιζανιοκτόνων γίνονται προσπάθειες για βιολογικό και γενετικό έλεγχο των ζιζανίων από τα καλλιεργούμενα φυτά.



Εικόνα 6: Παράσιτα στο φυτό της φακής. Αριστερά βλέπουμε το σπερματοφύτο *Cuscuta* sp. Στερείται χλωροφύλλης και ριζών και παρασιτεί σε φυτά, απομυζώντας τους χυμούς των φυτών κυρίως στο υπέργειο τμήμα τους. Δεξιά βλέπουμε φυτό προσβεβλημένο από ένα είδος του γένους *Orobanche*. Προκαλεί βλάβες στα φυτά που αφορούν κυρίως την μείωση της απόδοσής τους και της ποιότητας των παραγόμενων σπόρων (**Διαδικτυακή πηγή:** <https://plantpro.gr>).

Ιδιαίτερη κατηγορία στον αγώνα για επιβίωση των φυτών αποτελούν τα παράσιτα. Ένα από αυτά αποτελεί τα παράσιτα Οροβάγχη και Κουσκοúτα (*Cuscuta* sp.) Το παράσιτο Κούσκουτα είναι σπερματόφυτο που στερείται χλωροφύλλης και ριζών. Ολοκληρώνει τον βιολογικό κύκλο παρασιτώντας στο υπέργειο τμήμα των φυτών. Οι σπόροι που παράγει είναι πολύ μικρού μεγέθους διασπείρονται στο έδαφος και διατηρούν την βλαστικότητα τους για πολλά χρόνια (**Εικόνα 6**). Για να αποφευχθεί η ανάπτυξη του παράσιτου αυτού στις καλλιέργειες πρέπει να (GossenBDetal., 1983):

- Μην χρησιμοποιούνται χωράφια τα οποία έχουν προσβληθεί από αυτό.
- Να γίνεται καλός καθαρισμός των μηχανημάτων που χρησιμοποιήθηκαν σε μολυσμένους αγρούς.
- Χρήση σπόρων φακής απαλλαγμένων από τους σπόρους του παράσιτου (συχνά οι σπόροι του ανακατεύονται με τους σπόρους της φακής)
- Καταστροφή των θέσεων ανάπτυξης του παράσιτου, μαζί με τα φυτά της φακής ώστε να αποφευχθεί η εξάπλωση σε όλη την καλλιέργεια.

Κατά την διάρκεια ανάπτυξης των φυτών της φακής, έρχονται σε επαφή με παθογόνα, συμβιωτές αλλά και καταναλωτές τους (**Πίνακας 2**). Ο παραγωγός πρέπει να λαμβάνει πάντα μέτρα για την φροντίδα της καλλιέργειας δίνοντας μεγάλη έμφαση στις κλιματικές μεταβολές αλλά και την σύσταση του εδάφους του αγρού.

Εκτός από τα ζιζάνια τα φυτά της φακής μπορούν να προσβάλλονται από μύκητες ή και βακτήρια τα οποία τους προκαλούν διάφορες ασθένειες. Οι ασθένειες που οφείλονται σε μύκητες είναι:

- Ανθράκνωση, προκαλείται από το μύκητα *Colletotrichum truncatum*. Προσβάλλει τα φύλλα, τα στελέχη και τους λοβούς των φυτών σχηματίζοντας σκούρου χρώματος κηλίδες. Μπορεί να μειώσει την απόδοση της καλλιέργειας έως και 50%.
- Βοτρύτης, προκαλείται από το μύκητα *Botryotinia fuckeliana*. Προσβάλλει τα φύλλα, τα άνθη, τους λοβούς και τα στελέχη. Δημιουργεί σκούρου χρώματος κηλίδες πάνω στις οποίες αναπτύσσονται σταχτί ή καφέ καρποφορίες του μύκητα.
- Ωίδιο, προκαλείται από το μύκητα *Erysiphe* sp. Προσβάλλει όλα τα εναέρια τμήματα του φυτού, ενώ σε σοβαρές προσβολές τα φύλλα νεκρώνονται και πέφτουν.
- Ασθένειες που οφείλονται σε μύκητες στον έδαφος ή σε υπολείμματα καλλιεργειών είναι:
 - Φουζαριώσεις, προκαλείται από τον μύκητα *Fusarium* sp
 - Σκληρωτήνια, προκαλείται από τον μύκητα *Sclerotinia* sp
 - Ριζοκτόνια, προκαλείται από τον μύκητα *Rhizoctonia* sp
 - Φυτόφθορες, προκαλείται από τον μύκητα *Phytophthora* sp.

Ιδιαίτερα ευαίσθητη υπήρξε η φακή και στην ασθένεια της ασκοχύτωσης. Η ασθένεια αυτή προκαλείται από τον μύκητα *Ascochyta Lentis*, και προσβάλλει τα φυλλώματα της φακής (**Εικόνα 5**). Εμφανίζεται κυρίως στις εύκρατες περιοχές του πλανήτη. Κύρια χαρακτηριστικά της ασθένειας αποτελούν οι αλλοιώσεις στα εναέρια τμήματα του φυτού, των φύλλων, του στελέχους και του κορμού, ενώ έχουν καταγραφεί και μειώσεις στην απόδοση των φυτών έως και 70% στον Καναδά (GossenBDetal., 1983). Πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί σε γονίδια των φυτών της φακής που σχετίζονται με την εμφάνιση ανοχής στην ασθένεια της ασκοχύτωσης, ή/και με γονίδια τα οποία σχετίζονται με την έκφραση ορμονών, οι οποίες μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση ανοχής στην ασθένεια (EhsanSarietal., 2018).

Αντίστοιχα ποικίλες ασθένειες μπορούν να προκληθούν στα φυτά της φακής και από βακτήρια. Προσβάλλουν κυρίως τα φύλλα τα άνθη και τους λοβούς. Προκαλούν τον σχηματισμό ημιδιαφανών, υδατωδών κηλίδων ακανόνιστου σχήματος, οι οποίες συχνά περιβάλλονται από χλωρωτική άλω, και οι οποίες στο τέλος νεκρώνονται.

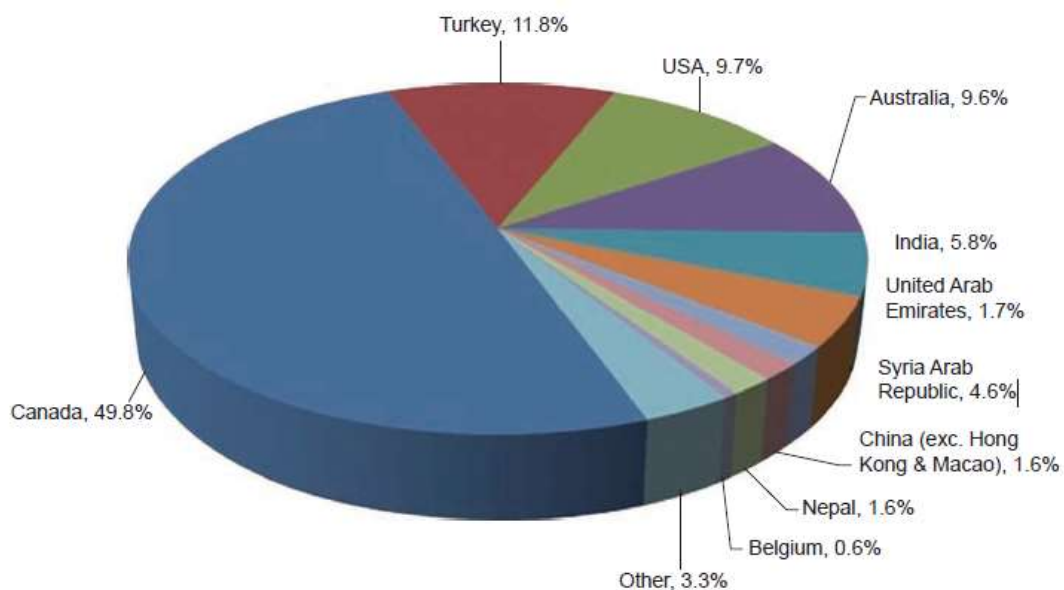
Ο τρόπος αντιμετώπισης των παραπάνω ασθενειών γίνεται και εδώ με τους βασικούς τρόπους αντιμετώπισης που αναφέραμε στα ζιζάνια. Η σωστή υγρασία του εδάφους, ο έλεγχος της σωστής πυκνότητας της καλλιέργειας, η χρήση ελεγχμένων σπόρων, η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών και η λήψη κατάλληλων μέτρων ανάλογα με την σύσταση του εδάφους αλλά και το κλίμα της περιοχής του αγρού είναι οι άμεσοι τρόποι αντιμετώπισης των ασθενειών και διατήρησης μια υγιούς καλλιέργειας (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων **Διαδικτυακή πηγή:** www.opengov.gr).

Πίνακας 2: Συγκεντρωτικός πίνακας οργανισμών που αλληλεπιδρούν με το φυτό της φακής, και το είδος αυτής της αλληλεπίδρασης, παθογένεια, συμβίωση ή κατανάλωση. (CanadianFoodInspectionAgency).

Other life forms	Interaction with <i>L. culinaris</i> (Pathogen; Symbiont or Beneficial Organism; Consumer; Gene transfer)
Ascochyta blight (<i>Ascochyta lentis</i>)	Pathogen
Anthrachnose (<i>Colletotrichum truncatum</i>)	Pathogen
Fusarium root rot (<i>Fusarium solani</i>)	Pathogen
Fusarium wilt (<i>Fusarium oxysporum</i>)	Pathogen
Seedling blight (<i>Fusarium avenaceum</i>)	Pathogen
Rhizoctonia seedling rot (<i>Rhizoctonia solani</i>)	Pathogen
Pythium seed and root rot (<i>Pythium ultimum</i>)	Pathogen
White mold (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	Pathogen
Grey mold (<i>Botrytis cinerea</i>)	Pathogen
Lentil rust (<i>Uromyces fabae</i>)	Pathogen
Powdery mildew (<i>Leptosphaeria</i> sp.)	Pathogen
Pea seedborne mosaic virus	Pathogen
Grasshoppers	Consumer
Lygus bugs	Consumer
Birds	Consumer
Animal browsers	Consumer
Soil insects	Symbiont or Beneficial Organism or Consumer
Soil microbes	Symbiont or Beneficial Organism or Consumer
Mycorrhiza	Symbiont or Beneficial Organism

1.4.Καλλιέργεια φακής στην Ευρώπη και την Ελλάδα

Πώς κατανέμεται η παραγωγή της φακής στην Ευρώπη και την Ελλάδα; Σε ότι αφορά την Ευρώπη, υποστηρίζεται ότι είναι χαμηλή σε κατανάλωση φακής. Μόνο το 6% της παγκόσμιας παραγωγής φακής παράγεται ή/και καταναλώνεται στις χώρες της Ευρώπης. Σύμφωνα με στατιστικές μελέτες του οργανισμού FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations), η ετήσια παραγωγή της φακής στον πλανήτη ανέρχεται σε 4.457.000 μετρικούς τόνους, από το έτος 2009 έως το έτος 2013 (MatinaJoshietal., 2017). Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η φακή είναι ένα φυτό με εξαιρετική προσαρμοστικότητα στο κλίμα και στο έδαφος της εκάστοτε περιοχής στην οποία καλλιεργείται. Παρόλα αυτά οι χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή φακής είναι, ο Καναδάς, η Τουρκία, οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, η Αυστραλία και η Ινδία (**Εικόνα 7**). Το μεγαλύτερο ποσοστό εμφανίζει ο Καναδάς 49.8% ενώ ακολουθούν η Τουρκία με ποσοστό 11.8%, οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής με ποσοστό 9.7%, η Αυστραλία με ποσοστό 9.6% και η Ινδία με ποσοστό 5.8%. Οι χώρες αυτές συγκροτούν πάνω από τα $\frac{3}{4}$ της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής φακής (Alexander 2015). Με μικρότερα ποσοστά ακολουθούν χώρες όπως το Νεπάλ, το Βέλγιο και άλλες.



Εικόνα 7: Γραφική αναπαράσταση των ποσοστών παραγόμενης φακής στον πλανήτη από το 2009 έως το 2013. Παρατηρείται πως το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής γίνεται στον Καναδά (49.8%), ενώ ακολουθούν η Τουρκία (11.8%), Η Αυστραλία (9.6%), οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (9.7%) και η Ινδία (5.8%) (FAOstatistics 2016).

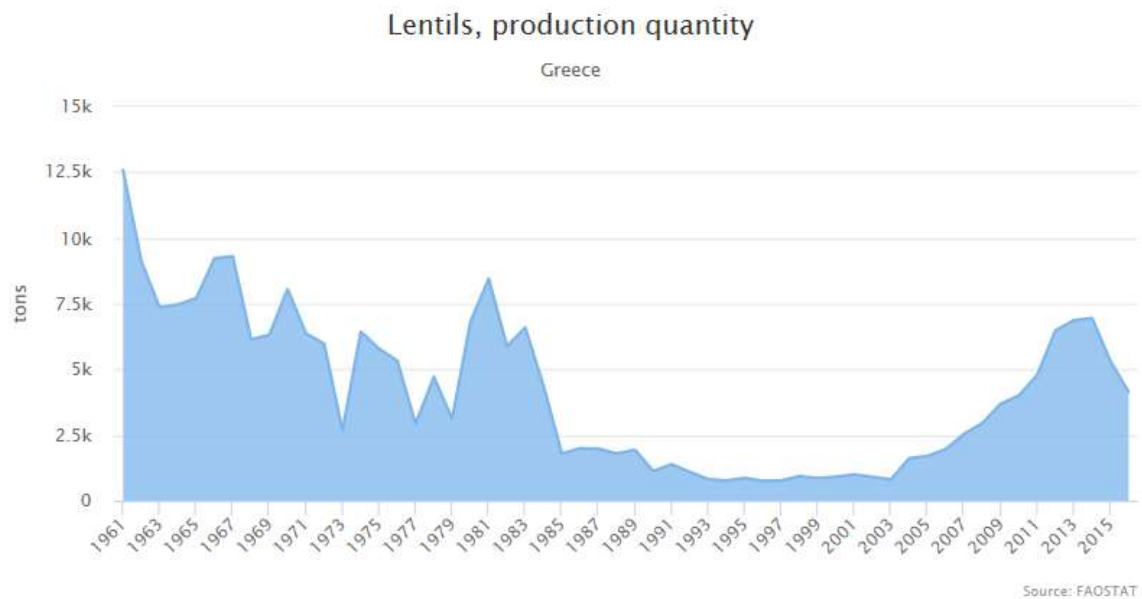
Σε ότι αφορά την χώρα μας, τοποθετείται στις χώρες με χαμηλά ποσοστά παραγωγής φακής. Συγκεκριμένα σύμφωνα με μελέτες του οργανισμού FAOSTAT το συγκριτικό ποσοστό της παραγόμενης φακής στην Ελλάδα ανέρχεται μόλις στο 0.1% της παγκόσμιας παραγωγής (**Εικόνα 8**) (FAOSTAT 2016).



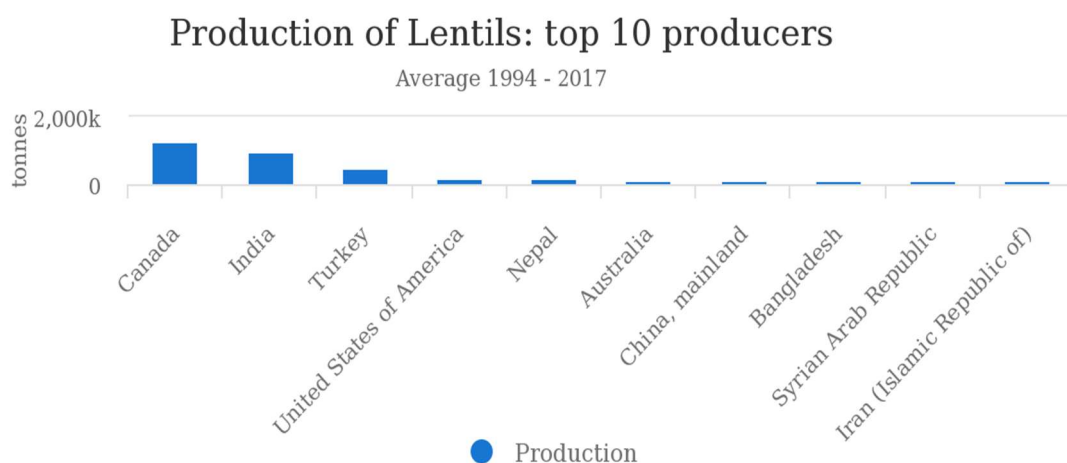
Εικόνα 8: Γραφική απεικόνιση της παραγωγής φακής στην Ελλάδα συγκριτικά με την συνολική παγκόσμια παραγωγή. Το ποσοστό της παραγόμενης φακής στον Ελλαδικό χώρο φτάνει μόλις το 0.1% (FAOSTAT 2016).

Κοιτώντας ιστορικά την παραγωγή της φακής στον ελλαδικό χώρο από το 1961 έως το 2015 βλέπουμε σαφείς μεταπτώσεις στις ποσότητες της παραγόμενης φακής (**Εικόνα 9**). Το 1961 στην Ελλάδα, η παραγόμενη φακή άγγιζε τους 12.586 τόνους. Η ποσότητα αυτής τα επόμενα χρόνια μειώθηκε σταδιακά έως και το 1983 που έπεσε στους 6.588 τόνους. Από το 1985 έως και το 2003 παρατηρείται μια σταθερά μειωμένη παραγωγή φακής που αγγίζει κατά μέσο όρο τους 900 τόνους παραγόμενης φακής. Την δεκαετία που ακολούθησε, από το 2005 έως και το 2015 η παραγόμενη ποσότητα φακής στην Ελλάδα αυξήθηκε σταδιακά, φθάνοντας το 2014 σε μια μέγιστη παραγωγή της τάξης των 6.955 τόνων. Τα επόμενα δυο χρόνια που ακολούθησαν η ποσότητα της παραγομένης φακής μειώθηκε ξανά φθάνοντας το 2016 τους 4.137 τόνους (FAOSTAT 2016). Αντίθετα ο Καναδάς αποτελεί τον κύριο παραγωγό φακής παγκοσμίως, ξεπερνώντας τους 1.000.000 τόνους ετησίως. Τον Καναδά

ακολουθεί η Ινδία και η Τουρκία πλησιάζοντας τους 1.000.000 τόνους παραγόμενης φακής (FAOSTAT 2019) (**Εικόνα 10**).



Εικόνα 9: Γραφική απεικόνιση της παραγομένης φακής στην Ελλάδα από το 1961 έως το 2015. Όπως φαίνεται και στην γραφική παράσταση το 1961 η παραγωγή φακής στην Ελλάδα ήταν αρκετά αυξημένη σε σχέση με τα χρόνια που ακολούθησαν. Ενώ πως παρατηρείται από το 1985 έως και το 2003 η παραγωγής φακής υπήρξε σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Από το 2005 και έπειτα η ποσότητα παραγομένης φακής στην Ελλάδα αυξήθηκε χωρίς όμως να φτάσει ποτέ τα επίπεδα παραγωγής του 1961 (FAOSTAT 2016).



Source: FAOSTAT (Jan 28, 2019)

Εικόνα 10: Γραφική αναπαράσταση των 10 Χωρών που αποτελούν τους μεγαλύτερους παραγωγούς φακής παγκοσμίως (FAOSTAT 2019).

Μέρος 2^ο

Φασόλι

2.1.Φασόλι

Το φασόλι και το κουκί είναι συγγενή είδη και για τον λόγο αυτό πολλά χαρακτηριστικά τους καθώς επίσης και οι τεχνικές καλλιέργειάς τους παρομοιάζουν αρκετά. Για την ακρίβεια αποτελούν διαφορετικές ποικιλίες της ίδια οικογένειας όπως θα δούμε και στην συνέχεια.

2.1.1.Χαρακτηριστικά Φασολιού

Ένα από τα όσπρια που ανήκει επίσης στην οικογένεια των ψυχανθών είναι και το φασόλι. Τα δυο πιο δημοφιλή γένη φασολιού όπως το γένος *Phaseolus* και το γένος *Vigna*, έχουν τα πιο διάσημα είδη φασολιού. Υπάρχουν όμως και άλλα γένη που έχουν διάφορα είδη φασολιών με μεγάλη οικολογική σημασία. Όπως και η φακή έτσι και το φασόλι αποτελεί βασικό στοιχείο της ανθρώπινης διατροφής. Χρησιμοποιούνται παγκοσμίως στην μαγειρική είτε φρέσκα είτε ξηρά. Προσφέρουν στο άνθρωπο έτσι διάφορα οφέλη καθώς είναι πλούσια σε πρωτεΐνες ενώ παρέχουν ικανοποιητικές ποσότητες σιδήρου θειαμίνης και ριβοφλαβίνης.

Γενικά το φυτό του φασολιού μπορεί να αναπτύσσεται ως θάμνος αλλά και ως αναρριχητικό φυτό. Υπάρχουν επίσης και πολύ σημαντικά είδη τα οποία κατατάσσονται σε μια ενδιάμεση μορφολογική ανάπτυξη. Τα πιο διαδεδομένα προς καλλιέργεια από αυτά αποτελούν τα θαμνώδη και οι ημι-αναρριχητές. Στους ημι-αναρριχητές συχνά χρησιμοποιούνται διάφορα τεχνητά στηρίγματα, τα οποία τοποθετούν οι παραγωγοί ώστε να διευκολύνουν την συλλογή των ώριμων λοβών κατά την διάρκεια της συγκομιδής.

Το φασόλι εμφανίζει πλούσια γκάμα ποικιλιών. Αυτές μπορούν να εμφανίζουν διαφορές ως προς:

- Το μέγεθος.
- Το σχήμα.
- Το χρώμα.
- Την ινώδη υφή των ανώριμων λοβών.
- Την τρυφερότητα των ανώριμων λοβών.



Εικόνα 11: Απεικόνιση ποικιλίας φασολιού με έντονη ινώδη υφή στους λοβούς του φασολιού. Συνήθως οι ποικιλίες αυτές δεν χρησιμοποιούνται για κατανάλωση του ώριμου καρπού από τον άνθρωπο, αλλά κυρίως του ξηρού καρπού του (Διαδικτυακή πηγή: www.britannica.com).

Για παράδειγμα, οι ποικιλίες οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως για τους ξηρούς, ώριμους σπόρους τους, αποδίδουν λοβούς με έντονη ινώδη υφή που καθιστά την κατανάλωσή τους αδύνατη, σε οποιοδήποτε στάδιο της ανάπτυξής τους (**Εικόνα 11**). Αντίστοιχα οι ποικιλίες βρώσιμων φασολιών παράγουν είτε χαμηλό αριθμό ώριμων σπόρων είτε σπόρους χαμηλής ποιότητας ώστε να καταναλωθούν από τον άνθρωπο.

Και οι καρποί των διάφορων ποικιλιών εμφανίζουν επίσης πολλές διαφορές στο χρώμα αλλά και το σχήμα τους. Σε ότι αφορά το χρώμα τους, αυτό μπορεί να είναι λευκό, πράσινο, κίτρινο, ροζ, κόκκινο αλλά και μαύρο. Τα χρώματα αυτά μπορεί να είναι συμπαγή και να αποτελούν το σύνολο του καρπού αλλά μπορεί να εμφανίζονται και σε σχήματα επάνω στους καρπούς σε συνδυασμό χρωμάτων.



Εικόνα 12: Ποικιλίες φασολιών με διαφορές στις αποχρώσεις των καρπών τους. Εμφανίζουν συμπαγή χρώματα όπως λευκό, κίτρινο, κόκκινο, αλλά και συνδυασμούς χρωμάτων και σχήματα όπως μαύρο με μοβ, λευκό με κόκκινο και άλλα (Διαδικτυακή πηγή: www.bigstockphoto.com).

Ακόμα το σχήμα των σπόρων ποικίλει και μπορεί να είναι σφαιρικό, επίπεδο, επιμηκυμένο ή σε σχήμα νεφρού. Εμφανίζουν και αυτοί ποικιλία χρωμάτων όπως πράσινο, κίτρινο, κόκκινο σε συμπαγή μορφή ή και σε σχέδια.

Εκτός όμως από τις διάφορες ποικιλίες των καρπών και των σπόρων, φαίνεται πως στο φυτό του φασολιού και το μέγεθος του κορμού του μπορεί να διαφέρει. Σε διάφορες ποικιλίες λοιπόν μπορεί να εμφανίζεται επίπεδο, σε άλλες στρογγυλό, σε ομαλή ή ακανόνιστη ευθεία ή και σε έντονη καμπύλη. Διακυμάνσεις είναι πιθανόν να εμφανίζει και το μήκος του πέραν του σχήματός του. Έτσι το μήκος του κορμού στο φυτό του φασολιού, ανάλογα με την ποικιλία μπορεί να κυμαίνεται από 75 έως 200 χιλιοστά ή και περισσότερο.

Το φυτό του φασολιού εμφανίζει πληθώρα ποικιλιών. Από τις πληροφορίες που υπάρχουν θα λέγαμε πως οι σημαντικότερες είναι οι εξής:

- ~ Σόγια (*Glycinemax*): Προσφέρει μεγάλο ποσοστό πρωτεϊνών και συστατικά τα οποία χρησιμοποιούνται στην χημική κατεργασία πολλών προϊόντων για τον άνθρωπο, είτε για την διατροφή του είτε για άλλες ανάγκες του όπως η παραγωγή φαρμάκων. Για το λόγο αυτό έχει χαρακτηριστεί ως το φυτό του φασολιού με την μεγαλύτερη οικονομική σημασία.
- ~ Κοινό φασόλι (*Phaseolusvulgaris*): Το κοινό σε όλους φασόλι, αποτελεί το βασικό συστατικό σε διάφορα φαγητά στην μαγειρική παγκοσμίως. Χρησιμοποιείται στην διατροφή του ανθρώπου ευρέως και για τον λόγο αυτό καλλιεργείται είτε για τον χλωρό είτε για τον ξηρό του καρπό.
- ~ Φάβα (*Viciafaba*): Η Φάβα αποτελεί μια ποικιλία φασολιού που δεν αντέχει το πολύ ζεστό κλίμα. Αντίθετα με άλλες ποικιλίες φασολιού, αντέχει το ελαφρύ ψύχος και για τον λόγο αυτό ευδοκιμεί σε δροσερές περιοχές της εύκρατης ζώνης ενώ αντίστοιχα τον χειμώνα σε θερμότερες περιοχές της.
- ~ *P. lunatus*: Στην ποικιλία αυτή ανήκουν τα γνωστά φασόλια βουτύρου και οι γίγαντες. Η ποικιλία αυτή απαιτεί θερμότερο κλίμα και μεγαλύτερη περίοδο ανάπτυξης από ότι οι άλλες ποικιλίες φασολιών.

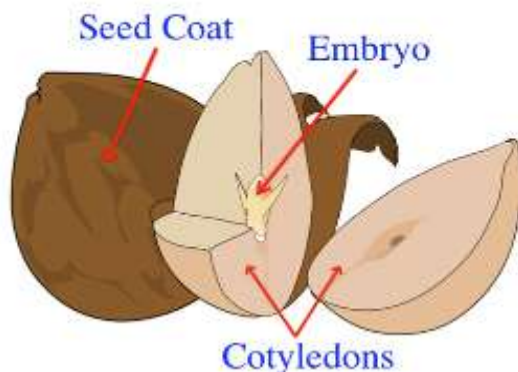
- ~ *Cicerarietinum*: Στην ποικιλία αυτή ανήκουν τα γνωστά σε όλους ρεβίθια. Τα ρεβίθια χρησιμοποιούνται ευρέως στην Μεσογειακή κουζίνα αλλά και την κουζίνα της Μέσης Ανατολής. Είναι θαμνώδη φυτά και παράγουν σπόρους χρώματος καφέ και κίτρινου.
- ~ Φασόλια του γένους *Vigna*: Στο γένος αυτό ανήκουν πολλές ποικιλίες γνωστών βρώσιμων φασολιών. Μια από τις ποικιλίες αυτές είναι τα φασόλια *V. unguiculata*, τα γνωστά μαυρομάτικα φασόλια, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως στην κουζίνα των περιοχών των Ηνωμένων Πολιτειών και της Καραϊβικής. Άλλες ποικιλίες του γένους αυτού είναι *V. radiata* και *V. angularis* ευρέως διαδεδομένα στην Ινδία και την Ιαπωνία αντίστοιχα.
- ~ Κόκκινοφασόλι (*P. coccineus*): Η ποικιλία αυτή καλλιεργείται σε εύκρατα κλίματα. Ανήκει στους αναρριχητές και παράγει μεγάλους χρωματισμένους σπόρους. Καλλιεργείται στην Μεγάλη Βρετανία αλλά και την Ευρώπη κυρίως για τα ελκυστικά λουλούδια του αλλά και τους σαρκώδης ανώριμους λοβούς του.
- ~ Φασόλι Υάκυνθος (*Lablab purpureus*): Συγκαταλέγεται στους αναρριχητές και θεωρείται καλλωπιστικό φυτό. Παρά το γεγονός ότι χρησιμοποιείται και σαν καλλωπιστικό φυτό, οι ώριμοι σπόροι του χρησιμοποιούνται ως τροφή.

2.2.Στάδια ανάπτυξης

2.2.1.Περιγραφή σπόρου

Ο σπόρος του φασολιού αποτελείται από ένα εξωτερικό στρώμα το οποίο καλύπτει τον σπόρο εξωτερικά. Ο ρόλος του είναι κυρίως προστατευτικός καθώς στο εσωτερικό του περικλείει τις κοτυληδόνες και το έμβρυο του σπόρου. Αντίστοιχα οι κοτυληδόνες είναι τα πρώτα φύλλα που είναι ορατά στον σπόρο του φασολιού. Τα φύλλα αυτά είναι παχιά και στο εσωτερικό τους βρίσκεται αποθηκευμένη γλυκόζη, που αποτελεί τροφή που θα χρησιμοποιήσει το φυτό κατά την διάρκεια της ανάπτυξης του. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι κοτυληδόνες του σπόρου δεν είναι πράσινες όπως τα φύλλα των φυτών, πριν ο σπόρος φυτευτεί. Αντίθετα αποκτούν το πράσινο χρώμα τους εφόσον ο σπόρος φυτευτεί και αρχίσει να βλασταίνει. Στο στάδιο αυτό η χλωροφύλλη που διαθέτουν ενεργοποιείται προσδίδοντας στις κοτυληδόνες το πράσινο χρώμα τους. Τέλος στο κέντρο του σπόρου εντοπίζεται το έμβρυο του σπόρου (**Εικόνα 13**). Το έμβρυο θα αποτελέσει το νέο φυτό το οποίο θα ανθίσει πάνω από το έδαφος (University of Arizona, College of Agriculture & Life Science).

Soybean Anatomy



Εικόνα 13: Απεικόνιση του σπόρου του φασολιού. Αποτελείται από το εξωτερικό στρώμα που περικλείει στο εσωτερικό του τις κοτυληδόνες και το έμβρυο. Οι κοτυληδόνες αποτελούν τα πρώτα φύλλα του φυτού που περιέχουν γλυκόζη απαραίτητη για την ανάπτυξη του νέου φυτού. Το έμβρυο αποτελεί το νέο φυτό που θα ανθίσει πάνω από την επιφάνεια του εδάφους (University of Arizona, College of Agriculture & Life Science).

2.2.2. Περιγραφή του φυτού

Τα φυτά του φασολιού κατατάσσονται στα ετήσια ποώδη. Ανάλογα με την ανάπτυξή τους κατηγοριοποιούνται όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως σε:

- ~ Νάνα όταν φτάνουν σε ύψος μέχρι 40 εκατοστά.
- ~ Ημι - αναρριχώμενα με ύψος μέχρι 1.2 μέτρα.
- ~ Αναρριχώμενα με ύψος μεγαλύτερο από 2 μέτρα.

Ξεκινώντας από την ρίζα του φυτού, αποτελεί βαθιά κεντρική ρίζα που έχει χαρακτηριστεί πασσαλώδης. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής αναπτύσσεται σε βάθος 30 εκατοστά μέσα στο έδαφος. Ακολούθως ο βλαστός εμφανίζεται αρχικά τρυφερός, λεπτός με σχήμα κυλινδρικό ή πολυγωνικό, ενώ στην συνέχεια ξυλοποιείται. Τα φύλλα του φυτού έχουν ανοιχτό πράσινο χρώμα και είναι τρυφερά. Ακόμη εμφανίζονται σύνθετα καθώς το κάθε φύλλο αποτελείται από τρία φυλλάκια. Στις μασχάλες των φύλλων αυτών σχηματίζονται οι λεγόμενες ταξιανθίες. Κάθε ταξιανθία φέρει 6 έως 8 άνθη. Τα άνθη αυτά έχουν ενεργό ρόλο στην γονιμοποίηση του φυτού. Στην συγκεκριμένη περίπτωση κατά κύριο λόγο συμβαίνει αυτό-γονιμοποίηση καθώς ο ανθός του φυτού γονιμοποιείται από την γύρη του ίδιου του φυτού (Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών).

2.2.3. Στάδια ανάπτυξης

Το πρώτο βήμα για την καλλιέργεια των φυτών του φασολιού αποτελεί η φύτευση του σπόρου αυτών. Το νέο φυτό θα προκύψει από παλιούς αποξηραμένους καρπούς που προκύπτουν από παλαιότερο φυτό και αποτελούν τον σπόρο του νέου. Συνοπτικά τα στάδια για την ανάπτυξη του φυτού του φασολιού είναι τα εξής (**Εικόνα 14**):

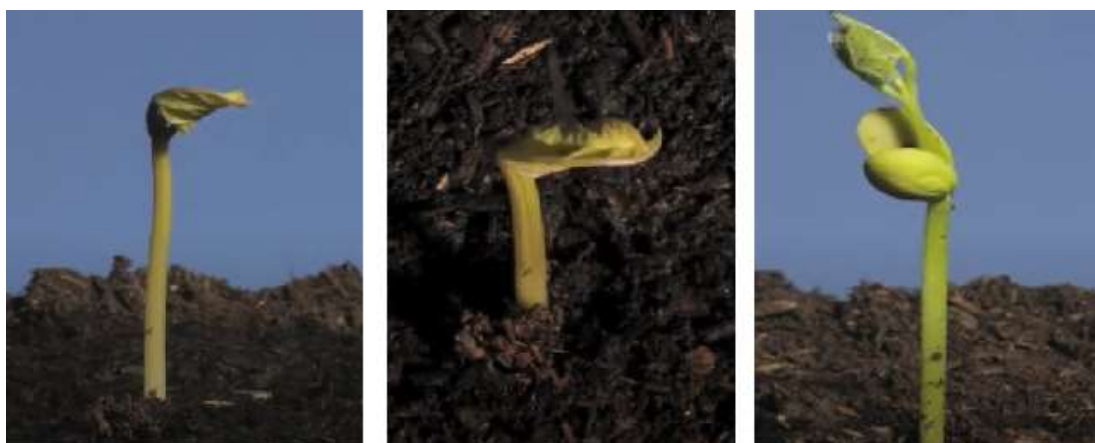
- i. Αρχικά γίνεται φύτευση του σπόρου του φασολιού σε κατάλληλο έδαφος και συνεχές πότισμά του με νερό. Οι μεγάλες ποσότητες νερού είναι σημαντικές στην βλάστηση του καρπού καθώς το νερό μαλακώνει το εξωτερικό περίβλημα του καρπού, με αποτέλεσμα την διάρρηξή του και την εμφάνιση των κοτυληδόνων του νέου φυτού.
- ii. Πραγματοποιείται έτσι μετά την φύτευση του σπόρου η διάρρηξη της εξωτερικής μεμβράνης του καρπού και η εμφάνιση της υποκοτυληδόνης. Το συμβάν αυτό

λαμβάνει χώρα κατά την 7^η με 8^η ημέρα έπειτα από την φύτευση του σπόρου. Ακολούθως γίνονται ορατές οι κοτυληδόνες και τα μονολιθικά φύλλα κατά την 8^η με 9^η ημέρα.

- iii. Καθώς το εξωτερικό κάλυμμα έχει σπάσει η ρίζα του φυτού βυθίζεται στο έδαφος ενώ το στέλεχός του είναι ορατό.
- iv. Τα φύλλα αναπτύσσονται εκτός του φυτού και στο στάδιο αυτό σημαντικό ρόλο κατέχει το φως, για την ανάπτυξη του φυτού.
- v. Τέλος η βλάστηση του καρπού έχει ολοκληρωθεί και το φυτό συνεχίζει να αναπτύσσεται (**Εικόνα 15**).



Εικόνα 14: Απεικόνιση των σταδίων βλάστησης του καρπού του φασολιού. Μετά την φύτευσή του στο έδαφος ακολουθεί η διάρρηξη του εξωτερικού στρώματος του καρπού από όπου η ρίζα και έπειτα διαδοχικά και το στέλεχος του νέου φυτού εμφανίζονται. Η ρίζα του βυθίζεται στο χώμα ενώ αντίστοιχα το στέλεχος και τα πρώτα φύλλα του νέου φυτού αναπτύσσονται στην συνέχεια πάνω από την επιφάνεια του εδάφους (Διαδικτυακή πηγή: www.britannica.com).



Εικόνα 15: Ανάπτυξη του φυτού πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Στο στάδιο αυτό πολύ σημαντικό ρόλο για την ανάπτυξη του φυτού κατέχει το φως του ηλίου (Διαδικτυακή πηγή: www.britannica.com).

2.3.Θρεπτικά συστατικά

Όπως τα περισσότερα φυτά της οικογένειας των ψυχανθών έτσι και το φασόλι, προσφέρει πολλά θρεπτικά συστατικά στον άνθρωπο. Το φασόλι είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες, σίδηρο, ψευδάργυρο, φολικό οξύ, ασβέστιο, κάλιο αλλά και μαγνήσιο. Ανάλογα με την ποικιλία του φασολιού τα ποσοστά αυτά μπορούν να εμφανίζουν διάφορες μεταπτώσεις, καθώς όλες οι ποικιλίες φασολιού δεν παρέχουν τα ίδια θρεπτικά συστατικά πόσο μάλλον τις ίδιες ποσότητες αυτών.

Σύμφωνα με μελέτες άτομα που καταναλώνουν 277,1 γρ. φασολιού ανά ημέρα, προσλαμβάνουν 31%, 22%, 13% και 12%, περισσότερο φυλλικό οξύ, σίδηρο, ψευδάργυρο και μαγνήσιο αντίστοιχα (Mitchell D Cet al., 2009). Ακόμα ένα γεύμα που περιέχει φασόλια παρέχει 300 με 400mgκαλίου, το οποίο παρομοιάζει το κάλιο που προσλαμβάνεται από ένα ποτήρι αγελαδινού γάλακτος (Virginia Messina, 2014) (**Πίνακας 4**).

Τα φασόλια, όπως αναφέρθηκε, είναι πλούσια σε πρωτεΐνες. Είναι μεγάλης διατροφικής αξίας γιατί εκτός από τις υψηλές ποσότητες πρωτεΐνης είναι και χαμηλά σε λιπαρά. Μόνο το 3% της συνολικής ενέργειας προέρχεται από λιπαρά στα φασόλια, τα περισσότερα από τα οποία είναι ακόρεστα. Εξάιρεση αποτελεί το ρεβίθι που έχει λιπαρά σε ποσοστό 15% (Virginia Messina, 2014). Γενικά τα φασόλια εμφανίζουν περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες από 20% έως 30%. Παρά όμως την υψηλή περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνες αυτό που τα καθιστά υψηλά στην διατροφική κλίμακα είναι περισσότερο η περιεκτικότητά τους στο αμινοξύ λυσίνη. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι μισό φλιτζάνι φασόλια παρέχει το 16% της συνολικής απαιτούμενης πρωτεΐνης για ένα άτομο 60κιλά ενώ αντίστοιχα το 25% της συνολικής απαιτούμενης λυσίνης (Virginia Messina, 2014) (**Πίνακας 3**).

Πίνακας 3: Συγκεντρωτικός πίνακας περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη και στο αμινοξύ λυσίνη διάφορων οσπρίων. Μέσα σε αυτά παρατηρούνται και διάφορες ποικιλίες φασολιού, τα οποία διαθέτουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα στο αμινοξύ λυσίνη από ότι σε πρωτεΐνες (US Department of Agriculture, 2014).

Food (weight in g per 0.5 cup cooked food)	Total protein per 0.5-cup serving	Total lysine per 0.5-cup serving
	<i>g</i>	<i>mg</i>
Black beans (86 g)	7.6	523
Brown rice (97.5 g)	2.5	96.5
Chickpeas (82 g)	7.25	486
Great northern beans (88.5 g)	7.3	506
Kidney beans (88.5 g)	7.7	537
Lentils (99 g)	8.93	624
Lima beans (94 g)	7.3	492
Navy beans (91 g)	7.5	473
Pinto beans (85 g)	7.7	538
Sweet potato (164 g)	2.25	95
Tempeh (83 g)	15	750
Tofu, firm (126 g)	19.9	1309
White potato (78 g)	1.46	155

Πίνακας 4: Συγκεντρωτικός πίνακας μικροθρεπτικών που περιέχονται σε διάφορα όσπρια και το φασόλι (US Department of Agriculture, 2014).

Bean (weight in g per 0.5 cup cooked beans)	Protein	Iron	Zinc	Calcium	Potassium	Magnesium	Folate
	<i>g</i>	<i>mg</i>	<i>mg</i>	<i>mg</i>	<i>mg</i>	<i>mg</i>	<i>μg</i>
Adzuki beans (115 g)	8.6	2.3	2.0	32	611	60	140
Black beans (86 g)	7.6	1.8	0.96	23	305	60	128
Chickpeas (82 g)	7.5	2.4	1.2	40	239	39	141
Great northern beans (88.5 g)	7.4	1.9	0.78	60	346	44	90
Kidney beans (88.5 g)	7.7	2.0	0.9	31	358	37	115
Lentils (99 g)	8.9	3.3	1.3	19	365	35	179
Lima beans (94 g)	7.3	2.25	0.9	16	478	40	78
Navy beans (85.5 g)	7.5	2.15	0.9	63	354	48	127
Pinto beans (85.5 g)	7.7	1.8	0.8	40	373	43	147

2.4.Καλλιεργητική Τεχνική

2.4.1.Έδαφος

Για την καλλιέργεια του φυτού του φασολιού, οι σπόροι του φυτεύονται σε ένα βάθος 6 έως 8 ίντσες. Το έδαφος το οποίο φυτεύονται οι σπόροι πρέπει να είναι ιδανικά ελαφρύ και αμμώδες, για το λόγο αυτό με την χρήση ή μη μηχανών όργωσης ο παραγωγός οργώνει τον αγρό ώστε το χώμα του να είναι ελαφρύ και αμμώδες. Το αμμώδες έδαφος επιτρέπει στις ρίζες του φυτού να αναπτύσσονται εύκολα και να τεντώνουν ώστε να προσλαμβάνουν νερό και οξυγόνο. Παρά το γεγονός ότι το φασόλι προτιμά τον τύπο αυτό του χώματος, μπορεί να προσαρμόζεται σε διάφορους τύπους χώματος. Βασικός περιορισμός στην ανάπτυξή του όμως αποτελεί το ποσοστό αποστράγγισής του, καθώς σε εδάφη που δεν αποστραγγίζουν καλά τα φυτά του φασολιού δυσκολεύονται να αναπτυχθούν καθώς η υγρασία αποτελεί εστία ανάπτυξης μυκήτων. Για την επίτευξη παραγωγής με μεγαλύτερη απόδοση το pH του εδάφους θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ pH 6.5 και 7.

Πολύ σημαντική είναι και η σύσταση του εδάφους, ώστε να επιτευχθεί η καλή απόδοση της παραγωγής μιας καλλιέργειας φασολιού. Συγκεκριμένα μεγαλύτερες αποδόσεις της καλλιέργειας καθώς και ανοχή των φυτών σε ζιζάνια παρατηρείται όταν τον χώμα του αγρού είναι πλούσιο σε οργανική ύλη. Όπως και οι φακές έτσι και το φασόλι παράγει από μόνο του το άζωτο που έχει ανάγκη για τις περισσότερες λειτουργίες του, με την βοήθεια των άζωτο δεσμευτικών βακτηρίων του (National Gardening Association Editors).

2.4.2.Κλίμα

Το φασόλι αποτελεί ένα από τα φυτά των θερμών κλιμάτων. Για τον λόγο αυτό καλλιεργείται κυρίως την άνοιξη. Σε θερμοκρασίες χαμηλότερες του -1°C μπορεί να υποστεί σημαντικές ζημιές. Αντίστοιχα όμως και πολύ υψηλές θερμοκρασίες, με παρατεταμένη ξηρασία μπορεί να αποβούν ζημιογόνες για την καλλιέργεια του φυτού. Ο συνδυασμός της υψηλής θερμοκρασίας και της παρατεταμένης ξηρασίας κυρίως την περίοδο της άνθησης του φυτού μπορεί να προκαλέσει ανθόρροια. Ιδανικά για την ανάπτυξη των φυτών του φασολιού οι βροχοπτώσεις θα πρέπει να κυμαίνονται από 350-500mm κατά την περίοδο ανάπτυξης, συνδυαστικά με την διατήρηση μειωμένων επιπέδων υγρασίας για την αποφυγή ανάπτυξης βακτηρίων και μυκήτων (Global Crop Diversity Trust).

2.4.3.Τεχνικές καλλιέργειας

Οι σπόροι φασολιού φυτεύονται σε σειρές με απόσταση 2 έως 5 μέτρα (**Εικόνα 16**). Οι θαμνώδεις ποικιλίες φασολιών φυτεύονται καλύτερα σε σειρές των 40 εκατοστών ή γενικότερα σε στενές σειρές ώστε να σκιάζουν τα ζιζάνια που εμφανίζονται. Προκειμένου να αποφευχθούν μηχανικές βλάβες η σπορά πραγματοποιείται με το χέρι. Η ποσότητα σπόρου που φυτεύεται έχει επίσης μεγάλη σημασία και για την πυκνότητα της καλλιέργειας. Ανάλογα με την ποικιλία φασολιού που καλλιεργείται καθορίζεται και η ποσότητα του σπόρου που θα καλλιεργηθεί. Συγκεκριμένα στις Νάνες ποικιλίες η ποσότητα

του σπόρου που θα καλλιεργηθεί κυμαίνεται από 7 έως 15 κιλά ανά στρέμμα, ενώ αντίστοιχα στις αναρριχώμενες 5 έως 8 κιλά ανά στρέμμα.



Εικόνα 16: Καλλιέργειες φασολιών σε σειρές με απόσταση 2-5μέτρα (Global Crop Diversity Trust).

2.4.4.Λιπάσματα

Όπως και οι φακές έτσι και το φασόλι διαθέτει στις ρίζες του αζωτοδεσμευτικά βακτήρια που το βοηθούν να προσλαμβάνει κατάλληλες ποσότητες αζώτου το φυτό από μόνο του. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι ποσότητες αυτές δεν επαρκούν στο φυτό με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η προσθήκη του στο έδαφος ανάλογα και με την γονιμότητα του εδάφους. Επίσης πιθανόν να είναι απαραίτητη, ανάλογα και με τις ανάγκες του εδάφους, και η προσθήκη φωσφόρου. Η προσθήκη αζώτου και φωσφόρου με την μορφή λιπασμάτων μπορεί να πραγματοποιείται πριν την σπορά ή κατά την σπορά του αγρού, όμως χωρίς το λίπασμα να έρχεται σε επαφή με τον σπόρο.

2.4.5.Παράσιτα και ασθένειες

Το φυτό του φασολιού προσβάλλεται από ορισμένα έντομα αλλά και από ασθένειες. Ορισμένες από τις σημαντικότερες προσβολές εντόμων, το φυτού του φασολιού είναι (Global Crop Diversity Trust):

- ♦ **Αφίδες:** Μικροσκοπικά έντομα τα οποία δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι. Μπορεί να εμφανίζονται με διάφορα χρώματα όπως λευκό, μαύρο, κίτρινο, πράσινο, καφέ και γκρι. Ζουν απομυζώντας χυμούς φυτών και για αυτό προσβάλλουν τα φύλλα, τους ανθούς, τα μπουμπούκια, τους μίσχους, τα φρούτα ή/και τις ρίζες τους.

- ♦ Σκαθάρια: Τα σκαθάρια μοιάζουν σαν κίτρινες πασχαλιές και είναι συγγενής της πασχαλίτσας. Δημιουργούν βλάβες καθώς τρώνε τα φύλλα των φυτών και αφήνουν τον σκελετό τους.
- ♦ Σκληροτινία: Πρόκειται για ένα μύκητα που προσβάλλει μια μεγάλη γκάμα φυτών εκτός από τα φασόλια. Ουσιαστικά προκαλεί μια μυκητιασική πάθηση που ονομάζεται σήψη της ξυλείας όταν προσβάλλει τις τομάτες. Όλα τα μέρη του φυτού που έχουν χυμοτόπια προσβάλλονται και τα πρώτα σημάδια μούχλας γίνονται εμφανή. Αποτέλεσμα είναι να μαραίνονται τα φύλλα, τα άνθη, ο μίσχος και οι λοβοί να σαπίσουν.
- ♦ «Μωσαϊκό» Ιών: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν διάφορα είδη ιών. Συνήθως προκαλείται εξάπλωση τους με την βοήθεια των αφίδων. Προσβάλλουν πολλά είδη φυτών. Τα βασικά συμπτώματα που χαρακτηρίζουν την προσβολή είναι τα κομμένα φύλλα με κίτρινες, λευκές και ελαφρά πράσινες ραβδώσεις.
- ♦ Βρούχος (*Acanthosceliesoptectus*): Το έντομο αυτό γεννά τα αυγά του στην επιφάνεια των λοβών. Οι προνύμφες του εντόμου που έχουν αναπτυχθεί έπειτα εισέρχονται στο εσωτερικό του λοβού. Σε συνθήκες θερμών θερμοκρασιών η ανάπτυξη των προνυμφών ευνοείται (**Εικόνα 17**).
- ♦ *Laspeyresianigricana*: Είναι λεπιδόπτερα τα οποία αφήνουν τα αυγά τους στο εσωτερικό των λοβών. Οι κάμπιες που προκύπτουν στο εσωτερικό των λοβών τρέφονται από τους σπόρους του λοβού.
- ♦ *Plusia gamma*: Και εδώ πρόκειται για λεπιδόπτερο στόχος του οποίου αποτελούν τα φύλλα του φυτού από τα οποία τρέφεται.



***Acanthoscelides obtectus*:**
Βρούχος των φασολιών

Εικόνα 17: Απεικόνιση του *Acanthoscelies optectus*. Αφήνει τα αυγά του στην επιφάνεια των λοβών. Οι προνύμφες που προκύπτουν από αυτά εισέρχονται στο εσωτερικό τους και τρέφονται από τους νέους καρπούς (Διαδικτυακή πηγή: www.alphaapolykantiki).

Τα φυτά του φασολιού προσβάλλουν ποικίλες ασθένειες. Ορισμένες από αυτές όπως η ασκοχύτωση, το Ωίδιο, η ανθράκωση, η σκωρίαση και η βακτηρίωση, τις είδαμε και στο μέρος όπου αναλύσαμε τις φακές, όπου είδαμε ότι και τα φυτά της φακής προσβάλλονται από τις ασθένειες αυτές. Στο φασόλι όμως συναντάμε και κάποιες ακόμα ασθένειες όπως:

- ♦ Ανδρομύκωση – φουζάριο (*Fusariumoxysporumf.sp. phaseoli*): Πρόκειται για έναν μύκητα, του οποίου οι διαχειμάζουσες μορφές του μπορούν να παραμένουν στο έδαφος και να προκαλέσουν βλάβες στα φυτά ακόμα και έπειτα από δέκα χρόνια. Προσβάλλει αρχικά τα φύλλα του φυτού τα οποία

σταδιακά κιτρινίζουν και μαραίνονται. Έπειτα σταδιακά μαραίνεται και ξεραίνεται όλο το φυτό. Συνήθως η θερμοκρασία των 20°C ευνοεί την βλάστηση των σπορίων του μύκητα.

- ♦ Βακτηρίωση μπιζελιού (*Pseudomonas phaseolicola*): Αποτελεί ασθένεια που οφείλεται σε προσβολή του φυτού από βακτήριο. Τα πρώτα συμπτώματα της ασθένειας αποτελεί η εμφάνιση υδατωδών κηλίδων στην επιφάνεια των υπέργειων τμημάτων του φυτού. Οι κηλίδες αυτές είναι αρχικά χρώματος πράσινου ενώ σε επόμενα στάδια γίνεται καστανό. Το βακτήριο αυτό φαίνεται να αναπτύσσεται βέλτιστα σε θερμοκρασίες μεταξύ 26° -28°C καθώς επίσης και σε συνθήκες υψηλής υγρασίας.

Τα βασικά μέτρα για την αντιμετώπιση των παραπάνω ασθενειών, όπως είδαμε και στην περίπτωση των φυτών της φακής, είναι:

- ~ το περιοδικό σκάλισμα ώστε να απομακρύνονται τα ζιζάνια,
- ~ η χρήση υγιούς σπόρου στον οποίο δεν θα έχουν παραμείνει διαχειμάζουσες μορφές βακτηρίων ή μυκήτων,
- ~ Να μην καλλιεργούνται αγροί όπου είχαν αναπτυχθεί φυτά με κάποια ασθένεια
- ~ Σωστή εδαφολογική ανάλυση και εκτίμηση των αναγκών του εδάφους ώστε να γίνει σωστή λίπανσή του.

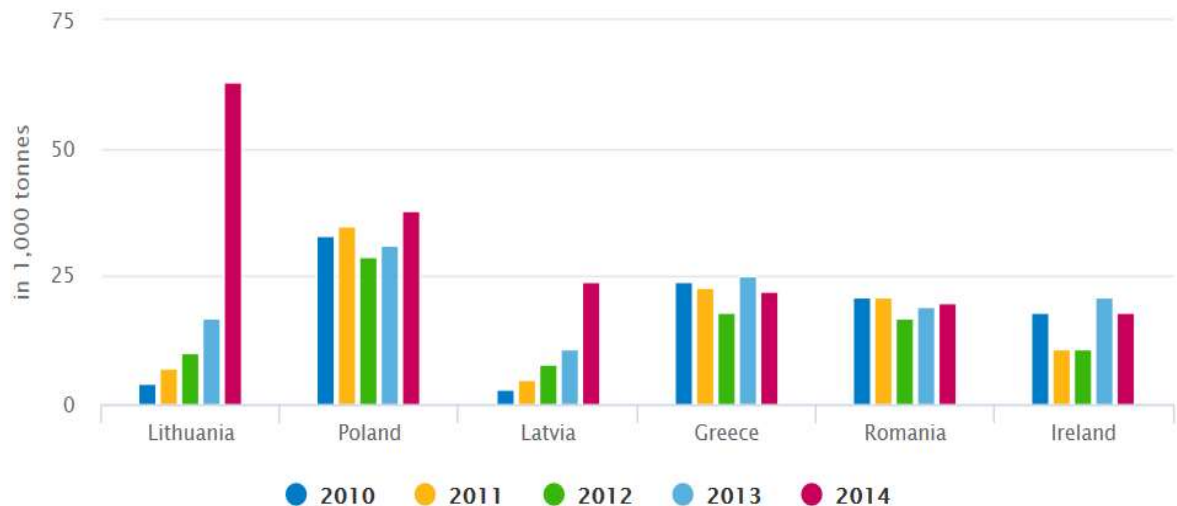
2.5. Παραγωγή για το φασόλι στην Ευρώπη και την Ελλάδα

Το φασόλι και το κουκί αποτελούν σημαντικές καλλιέργειες στην Ευρώπη αλλά και την Ελλάδα, καθώς προσφέρουν πλούσια θρεπτικά συστατικά και χρησιμοποιούνται ευρέως. Για τον λόγο αυτό η αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών φασολιού θα οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των οικονομικών κερδών καθώς επίσης και της προσφοράς τροφίμων.

Η Ευρώπη στο σύνολό της αποτελεί έναν από τους σταθερούς παραγωγούς φασολιού, αγγίζοντας μια παραγωγή που εκτιμάται 150.000 με 200.000 τόνους. Αντίστοιχα για το κουκί η παραγωγή αυτή της Ευρώπης ανέρχεται σε πάνω από 600.000 τόνους (FAOSTAT 2014). Η μεγαλύτερη παραγωγή φασολιού και των διαφορετικών ποικιλιών αυτού, γίνεται κυρίως στην νότια και ανατολική Ευρώπη. Συγκεκριμένα στην Ιρλανδία η παραγωγή του φασολιού είναι ιδιαίτερα μεγάλη και το κράτος της Ιρλανδίας έχει θεσπίσει και νόμους για την οικονομική ενίσχυση των αγροτών με τέτοιου είδους καλλιέργειες (FAOSTAT 2014). Σε ότι αφορά το κουκί η παραγωγή του στην Ιρλανδία αγγίζει το 90% της συνολικής παραγωγής οσπρίων. Η Λιθουανία και η Λετονία είναι δυο χώρες που ακολουθούν τους υψηλούς ρυθμούς της Ιρλανδίας στην παραγωγή φασολιού.

Πιο αναλυτικά βλέπουμε πως η Λιθουανία τα έτη 2010 έως και 2013 εμφάνιζε μειωμένους ρυθμούς παραγωγής, αν και σταδιακά αυξανόμενες ανά έτος. Η παραγωγή τα έτη αυτά κυμαινόταν από τους 4.000 τόνους έως τους 17.000 τόνους φασολιού. Φτάνοντας το 2014 να εμφανίζει 63.000 τόνους παραγόμενων φασολιών (**Εικόνα 19**). Από την άλλη η Πολωνία εμφανίζει σταθερά υψηλά επίπεδα παραγωγής φασολιού από το 2010 έως και το 2014, τα οποία κυμαίνεται από 33.000 τόνους έως και 38.000 τόνους. Αντίστοιχη εικόνα με την Λιθουανία εμφανίζει η Λετονία η οποία τα χρόνια από το 2010 έως και το 2013

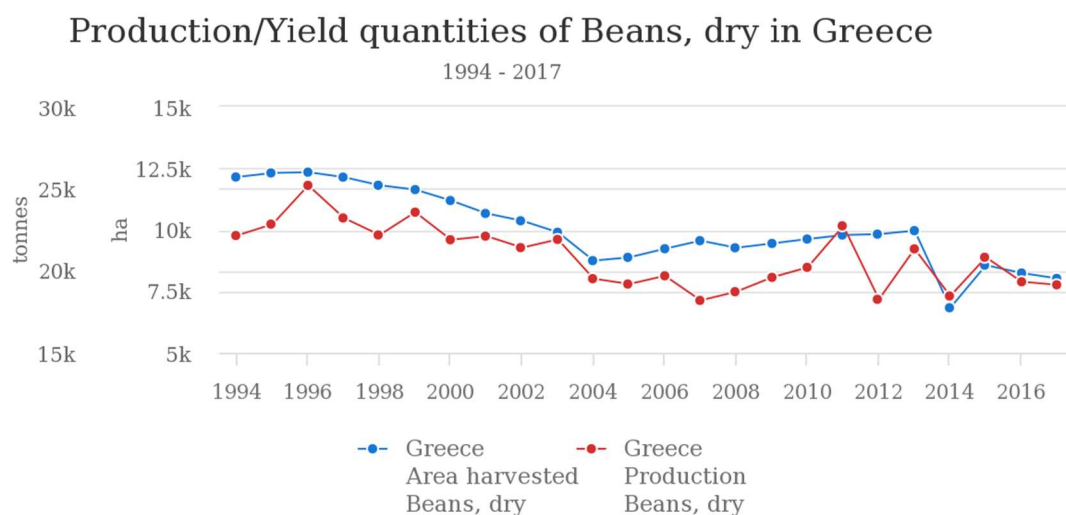
εμφανίζει σταθερά μειωμένα επίπεδα παραγωγής φασολιού, τα οποία κυμαίνονται από 3.000 τόνους έως 11.000 τόνους. Το 2014 όμως εμφανίζει απότομη αύξηση στην παραγωγή φασολιού αγγίζοντας τους 24.000 τόνους παραγόμενου φασολιού. Ακόμα η Ρουμανία, αποτελεί μια από τις χώρες που εμφανίζουν σταθερά μέτρια παραγωγή φασολιού. Αυτό προκύπτει από τις μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί και υποδεικνύουν ότι τα χρόνια από το 2010 έως και το 2014 η παραγωγή φασολιού κυμαίνεται από 17.000 τόνους έως και 21.000 τόνους. Παρόμοι αεικόνα εμφανίζει και Ιρλανδία με αντίστοιχες τιμές παραγόμενων φασολιών (**Εικόνα 19**).



Source: Faostat

Εικόνα 19: Στατιστική μελέτη για την παραγωγή φασολιού στην Ευρώπη και την Ελλάδα κατά την χρονική περίοδο 2010 έως 2014. (Πηγή: FAOSTAT).

Σε ότι αφορά την Ελλάδα βλέπουμε ότι παρουσιάζει μια εικόνα όπως Ρουμανία και η Ιρλανδία, στις παραγόμενες ποσότητες φασολιού. Έτσι το έτος 2010 η παραγωγή του φασολιού άγγιξε τους 24.000 τόνους, το 2011 τους 23.000 τόνους ενώ το 2012 τους 18.000 τόνους φασολιού. Αντίστοιχα το 2013 τους 25.000 τόνους ενώ το 2014 τους 22.000 τόνους φασολιού (FAOSTAT 2014). Περίπου την τελευταία δεκαετία η παραγόμενη ποσότητα φασολιού στην Ελλάδα κυμαίνεται περίπου στους 7.500 τόνους ετησίως. Η εικόνα στην Ευρώπη παρουσιάζει μια αντίθετη πορεία από αυτή της Ελλάδας (**Εικόνα 20**). Από το 2014 και έπειτα ανοδικές τάσεις στην παραγωγή φασολιού παρατηρούνται στην Ευρώπη πλησιάζοντας τους 500.000 τόνους παραγόμενου φασολιού ετησίως (FAOSTAT 2019)



Εικόνα 20: Γραφική απεικόνιση των παραγόμενων ποσοτήτων φασολιού στην Ελλάδα από το 1994 έως το 2017 (FAOSTA 2019).

Μέρος 3^ο

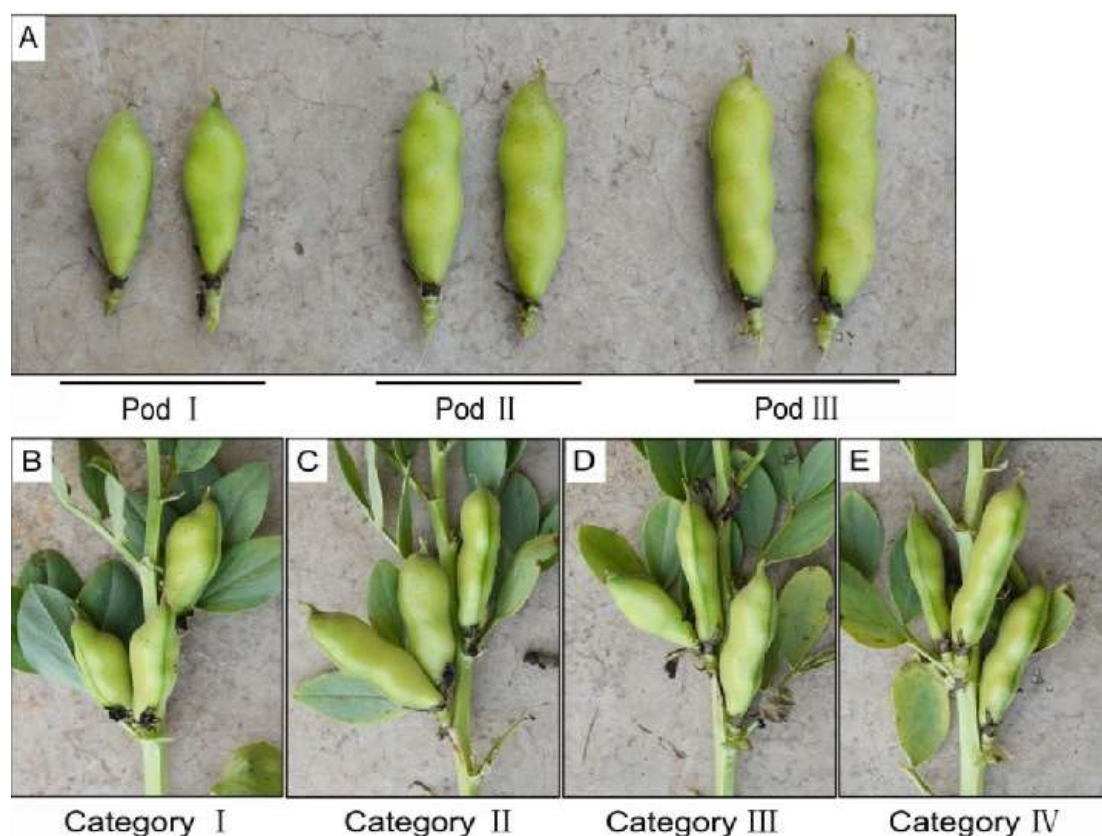
Κουκί

3.1.Κουκί

Vicia faba ή αλλιώς το κουκί, αποτελεί ένα από τα αρχαιότερα φυτά που καλλιεργούνταν στην Εγγύς Ανατολή. Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί έχουν δείξει ότι το κουκί μπορεί να αναπτύσσει τρεις κατηγορίες ανάλογα με τον τύπο των λοβών που αναπτύσσουν (Xiong Li & Yongping Yang, 2014). Οι ποικιλίες αυτές αποτελούν εκείνες όπου οι λοβοί περιέχουν ένα σπόρο (Pod I), οι λοβοί περιέχουν δυο σπόρους (Pod II) και οι λοβοί περιέχουν τρεις σπόρους (Pod III). Ανάλογα με τον τύπο των λοβών δημιουργούνται οι εξής κατηγορίες (**Εικόνα 21**):

- ✓ Κατηγορία I: όλοι οι λοβοί είναι τύπου I
- ✓ Κατηγορία II: όλοι οι λοβοί είναι τύπου II
- ✓ Κατηγορία III: οι λοβοί είναι τύπου I ή/και τύπου II
- ✓ Κατηγορία IV: ανάμεσα στους λοβούς υπάρχει τουλάχιστον ένας τύπου III

Η μορφολογία του φυτού αυτού είναι όμοια με την μορφολογία του φασολιού που θα αναπτυχθεί στην συνέχεια. Μια ιδιαιτερότητα εμφανίζει μόνο στο πλήθος των σπόρων στους λοβούς τους όπως αναφέρθηκε.



Εικόνα 21: (A) Τρεις τύποι λοβών ανάλογα με το πλήθος των σπόρων στο εσωτερικό τους. Ένας σπόρος (Pod I), δυο σπόροι (Pod II) και τρεις σπόροι (Pod III) στον λοβό αντίστοιχα. (B) Κατηγορία I όπου όλοι οι λοβοί του φυτού διαθέτουν ένα σπόρο. (C) Κατηγορία II όπου όλοι οι λοβοί περιέχουν δυο σπόρους. (D) Κατηγορία III όπου οι λοβοί του φυτού θα είναι τύπου I ή/και τύπου II. (E) Κατηγορία IV ένας τουλάχιστον από τους λοβούς είναι τύπου III (Xiong Li & Yongping Yang, 2014).

3.2.Στάδια ανάπτυξης

Τα στάδια ανάπτυξης στο κουκί είναι όμοια με του φασολιού καθώς αποτελούν είδη της ίδια οικογένειας. Συνεπώς τα στάδια για την ανάπτυξη του φυτού είναι τα εξής:

- I. Αρχικά γίνεται φύτευση του σπόρου του φασολιού σε κατάλληλο έδαφος και συνεχές πότισμά του με νερό. Οι μεγάλες ποσότητες νερού είναι σημαντικές στην βλάστηση του καρπού καθώς το νερό μαλακώνει το εξωτερικό περίβλημα του καρπού, με αποτέλεσμα την διάρρηξή του και την εμφάνιση των κοτυληδόνων του νέου φυτού.
- i. Πραγματοποιείται έτσι μετά την φύτευση του σπόρου η διάρρηξη της εξωτερικής μεμβράνης του καρπού και η εμφάνιση της υποκοτυληδόνης. Το συμβάν αυτό λαμβάνει χώρα κατά την 7^η με 8^η ημέρα έπειτα από την φύτευση του σπόρου. Ακολούθως γίνονται ορατές οι κοτυληδόνες και τα μονολιθικά φύλλα κατά την 8^η με 9^η ημέρα.
- ii. Καθώς το εξωτερικό κάλυμμα έχει σπάσει η ρίζα του φυτού βυθίζεται στο έδαφος ενώ το στέλεχός του είναι ορατό.
- iii. Τα φύλλα αναπτύσσονται εκτός του φυτού και στο στάδιο αυτό σημαντικό ρόλο κατέχει το φως, για την ανάπτυξη του φυτού.
- iv. Τέλος η βλάστηση του καρπού έχει ολοκληρωθεί και το φυτό συνεχίζει να αναπτύσσεται.

3.3.Θρεπτικά συστατικά

Όπως και το φασόλι, έτσι και το κουκί είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες, βιταμίνες, υδατάνθρακες ενώ είναι φτωχό σε λιπαρά και χοληστερόλη (**Εικόνα 22**). Επίσης αποτελούν σημαντική πηγή φυτικών ινών οι οποίες λειτουργούν ευεργετικά στον ανθρώπινο οργανισμό. Λόγω της δράσης τους στην καλή λειτουργία του εντέρου, λειτουργεί προστατευτικά ως προς αυτό καθώς μειώνει τον χρόνο έκθεσής του σε τοξικές ουσίες αλλά και με την δέσμευση χημικών ουσιών οι οποίες συνδέονται με την εμφάνιση καρκίνου στο παχύ έντερο.

Το κουκί περιέχει και πολλές βιταμίνες όπως βιταμίνες B-6, Θειαμίνη, ριβοβλαβίνη και νιασίνη (**Εικόνα 23**). Οι πρωτεΐνες αυτές παίζουν σημαντικό ρόλο στις αντιδράσεις του μεταβολισμού καθώς λειτουργούν ως συνένζυμα στον μεταβολισμό λιπαρών, υδατανθράκων και πρωτεϊνών. Ακόμα το κουκί περιέχει ηλεκτρολύτες όπως το κάλιο αλλά και πολλά μεταλλικά στοιχεία όπως ο σίδηρος, το ασβέστιο και το μαγνήσιο. Το παρεχόμενο κάλιο από το κουκί είναι πολύ σημαντικό για τον ανθρώπινο οργανισμό καθώς συμμετέχει στην διατήρηση της πίεσης του αίματος στον άνθρωπο.

Principle	Nutrient Value	Percentage of RDA
Energy	341 Kcal	15%
Carbohydrates	58.59 g	45%
Protein	26.12 g	46.5%
Total Fat	1.53 g	7%
Cholesterol	0 mg	0%
Dietary Fiber	25 g	66%
Vitamins		
Folates	423 µg	106%
Niacin	2.832 mg	18%
Pantothenic acid	0.976 mg	19.5%
Pyridoxine	0.366 mg	28%
Riboflavin	0.333 mg	25%
Thiamin	0.555 mg	46.25%
Vitamin A	53 IU	2%
Vitamin C	1.4 mg	2%
Vitamin K	9 µg	7.5%

Εικόνα 22: Συγκεντρωτικός Πίνακας θρεπτικών και βιταμινών του κουκιού (Πηγή: USDA National Nutrient database).

Electrolytes		
Sodium	13 mg	1%
Potassium	1062 mg	23%
Minerals		
Calcium	103 mg	10%
Copper	0.824 µg	91%
Iron	6.70 mg	84%
Magnesium	192 mg	18%
Manganese	1.626 mg	71%
Phosphorus	421 mg	60%
Selenium	8.2 µg	15%
Zinc	3.14 mg	9%

Εικόνα 23: Συγκεντρωτικός Πίνακας ηλεκτρολυτών και μεταλλικών στοιχείων του κουκιού (Πηγή: USDA National Nutrient database).

3.4.Καλλιεργητική τεχνική

3.4.1.Έδαφος

Το φυτό του κουκιού φαίνεται να προτιμά καφέ ή κόκκινο χώμα με παρουσία αργίλου σε αυτό. Ο τύπος του εδάφους ως προς το pH του, πρέπει να κυμαίνεται από ουδέτερο έως αλκαλικό δηλαδή τιμές από pH 7.0 έως 9.0. Παρόλα αυτά έχουν σημαντικές αποδόσεις καλλιέργειες του φυτού σε αγρούς με όξινο έδαφος όπου το pH του είναι μόλις 4.6 και τα επίπεδα αλουμινίου και μαγγανίου στο έδαφος είναι μειωμένα. Σε εδάφη με pH μικρότερο από την τιμή του 5.0 συνίσταται η χρήση ασβέστη από τους παραγωγούς. Ακόμη το κουκί φαίνεται να είναι ανεκτικό στο νερό ενώ σε εδάφη τα οποία στεγνώνουν γρήγορα η καλλιέργεια μπορεί να υποστεί στρες υγρασίας (Agriculture Victoria).

3.4.2.Κλίμα

Η βέλτιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του κουκιού είναι όμοια με αυτήν στο φασόλι και κυμαίνεται από 15°C έως 20°C. Σημειώνεται ότι ειδικά κατά την περίοδο ανάπτυξης του κορμού και άνθησης των ανθών του φυτού η θερμοκρασία θα πρέπει να κυμαίνεται στις παραπάνω θερμοκρασίες. Γενικά η αντοχή του στο ψύχος είναι καλύτερη από ότι στα άλλα ψυχανθή. Επίσης είναι ευαίσθητο και στις παρατεταμένες υψηλές θερμοκρασίες και παρατηρείται πτώση των ανθών όταν οι θερμοκρασίες ξεπερνά τους 27°C (Agriculture Victoria).

3.4.3.Νερό

Το φυτό του κουκιού ιδανικά απαιτεί μια μέση ετήσια βροχόπτωση της τάξης των 400mm. Εναλλακτικά πρέπει να καλλιεργείται σε περιοχές με άρδευση. Καλλιέργειες με ικανοποιητικές αποδόσεις έχουν καλλιεργηθεί και σε περιοχές με μειωμένες παροχές νερού, περίπου στα 350mm. Σε περιοχές όμως κάτω και από αυτές τις παροχές σε νερό οι αποδόσεις των καλλιεργειών είναι αρκετά μειωμένες. Η παρατεταμένη δροσερή περίοδος κατά την άνοιξη είναι ιδανική για την ανάπτυξη των λοβών (Agriculture Victoria).

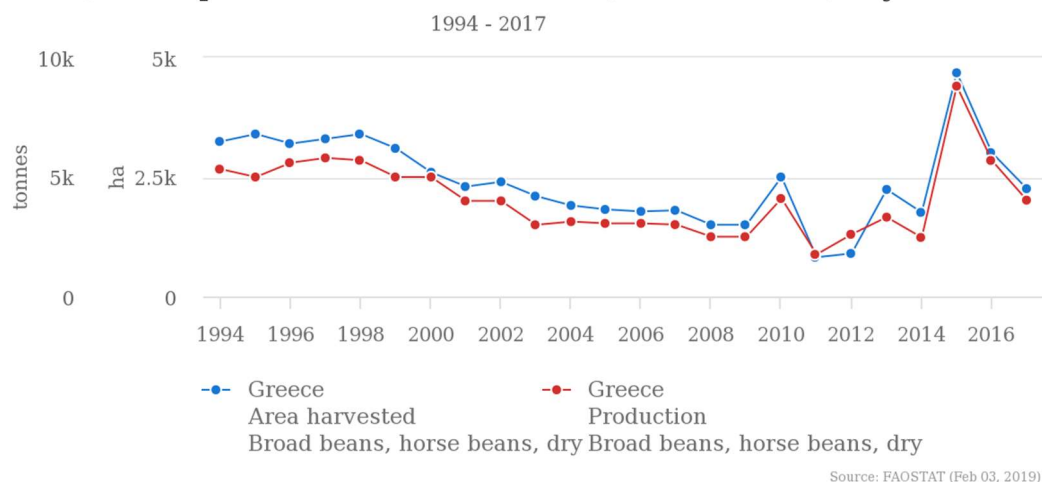
3.5.Ασθένειες και παράσιτα

Οι ασθένειες και τα παράσιτα που προσβάλλουν το φυτό του κουκιού είναι οι ίδιες με εκείνες που προσβάλλουν το φασόλι. Οι ασθένειες αυτές αναπτύχθηκαν στο 2^ο Μέρος της εργασίας μας και στην παράγραφο 2.4.5.

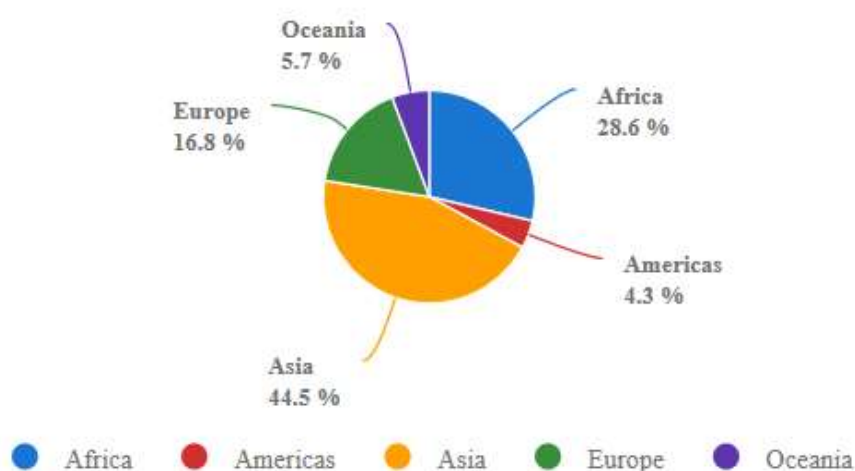
3.6.Παραγωγή του κουκιού στην Ελλάδα και την Ευρώπη

Σύμφωνα με μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί το κουκί εμφανίζει σημαντική αύξηση στην παραγωγή του από το 2015 και έπειτα στην Ελλάδα(**Εικόνα 24**).Πιο αναλυτικά από το 1994 έως και το 2010 η παραγωγή του κουκιού στην Ελλάδα άγγιζε περίπου τους 2.500 τόνους ετησίως. Το 2015 η παραγωγή αυξήθηκε ραγδαία στους 5.000 τόνους ετησίως. Αντίστοιχα στην Ευρώπη η παραγωγή αυτή άγγιζε τους 300.000 τόνους ετησίως τοποθετώντας την στην τρίτη θέση (16.8%) στην παραγωγή κουκιού μετά από την Ασία (44.5%) και την Αφρική (28.6%) (FAOSTAT 2019).

Production/Yield quantities of Broad beans, horse beans, dry in Greece



Εικόνα 24: Γραφική αναπαράσταση της παραγωγής του κουκιού στην Ελλάδα από το 1994 έως το 2017 (FAOSTAT 2019).



Εικόνα 25: Γραφική αναπαράσταση της παραγωγής του κουκιού παγκοσμίως. Πρώτη η Ασία με ποσοστό 44.5%, ακολουθεί η Αφρική με ποσοστό 28.6% και έπειτα η Ευρώπη με ποσοστό 16.8% (FAOSTAT 2019).

Μέρος 4^ο

Λούπινο

3.1.Λούπινο

Όπως και τα προηγούμενα φυτά που αναλύθηκαν παραπάνω, έτσι και το λούπινο είναι ένα από τα φυτά της οικογένειας των ψυχανθών (*Fabaceae*). Πιο συγκεκριμένα ανήκει στην τάξη *Fabales* και την φυλή *Genisteeae*, το γένος *Lupinus* (Clementes, 2005). Στο γένος αυτό περιλαμβάνονται πολυάριθμα είδη ο αριθμός των οποίων δεν είναι πλήρως προσδιορισμένος. Υπολογίζεται όμως ότι ανέρχονται σε πάνω από 1000 είδη, ενώ τα υπάρχοντα είδη του φυτού αυτού στον πλανήτη ανέρχονται σε περίπου 280 είδη (Kurlovich et al., 2002). Έως τώρα όμως μόνο τα 164 είναι αποδεκτά από το σύστημα “ Integrated Taxonomic Information System”.



Εικόνα 26: Απεικόνιση του φυτού *Lupinus pilosus*. Έχει χαρακτηριστικό μπλε χρώμα και προτιμά το ορεινό κλίμα για την ανάπτυξή του. (Διαδικτυακή πηγή: <https://www.uniprot.org>)

Το φυτό αυτό διαθέτει είδη ετήσια αλλά αιωνόβια, καθώς επίσης και θαμνώδη αλλά και δενδρώδη (**Εικόνα 26**) (Ainouche & Bayer, 1999). Εμφανίζει μεγάλη ποικιλία ειδών. Για τον λόγο αυτόν τα είδη κατηγοριοποιούνται στα είδη τα Μεσογειακά αλλά και τα είδη της Νότιας Αφρικής, και δεύτερον στα είδη της Αμερικής. Η κατηγοριοποίηση αυτή συνέβη κυρίως λόγω της ποικιλίας των φυτών που προκύπτει από το διαφορετικό κλίμα των περιοχών αυτών.

Αντίστοιχα οι δυο αυτές κατηγορίες των φυτών εμφανίζουν περεταίρω διάσπαση και κατηγοριοποίηση ειδών. Τα Μεσογειακά είδη καθώς και εκείνη που εμφανίζονται στην Νότια Αφρική είναι λίγα σε αριθμό και αποτελούν κυρίως ετήσια φυτά. Διακρίνονται στα (Gladstones, 1984):

- ◆ *Malacospermae*: Το εξωτερικό στρώμα του σπόρου τους έχει απαλή και τρυφερή υφή.
- ◆ *Scabrispermae*: Το εξωτερικό στρώμα του σπόρου τους έχει τραχιά υφή.

Η κατηγορία των ειδών *Malacospermae*, αποτελείται από είδη που αναπτύσσονται κυρίως στις περιοχές της Μεσογείου. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα είδη αυτά εμφανίζουν μεταβολές στον αριθμό χρωμοσωμάτων τους από $2n=40$ σε 52. Τα είδη της κατηγορίας αυτής είναι τα εξής (Winketal., 1999 ; Naganowskaetal., 2003):

- ◆ *L. angustifolus*
- ◆ *L. albus*
- ◆ *L. luteus*
- ◆ *L. hispanicus*
- ◆ *L. micranthus*

Αντίστοιχα, η κατηγορία *Scarbrispermae*, αποτελείται κυρίως από είδη που αναπτύσσονται στην Νότια Αφρική αλλά και την Ανατολική Μεσόγειο. Και εδώ εμφανίζονται μεταβολές στον αριθμό των χρωμοσωμάτων των φυτών από $2n=32$ σε 42 (Winketal., 1999 ; Naganowska e tal., 2003). Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα είδη:

- ◆ *L. pilosus*
- ◆ *L. cosentinii*
- ◆ *L. digitatus*
- ◆ *L. princei*
- ◆ *L. palaestinus*
- ◆ *L. atlanticus*
- ◆ *L. somaliensis*

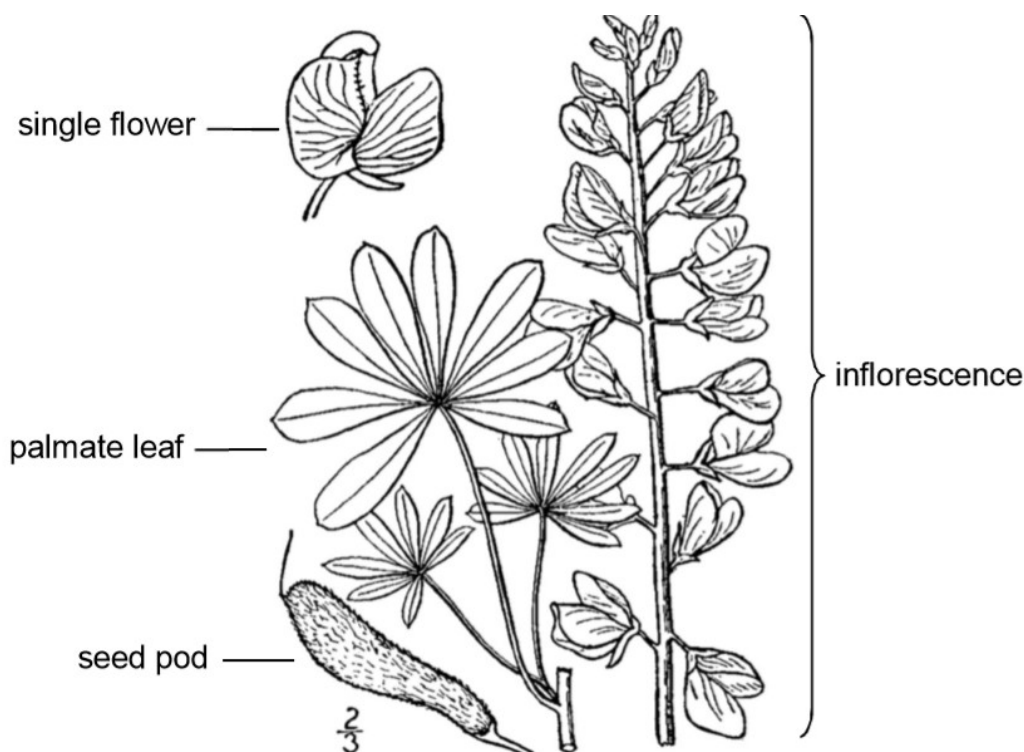
3.2.Μορφολογία

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως τα φυτά αυτά μπορεί να είναι είτε ετήσια ποώδη, είτε θαμνώδη είτε δενδρώδη. Αυτό επιφέρει και διαφορές στην μορφολογία των φυτών. Ξεκινώντας από το ριζικό σύστημα των φυτών αυτών, παρατηρούνται αλλαγές ανάλογα με την εκάστοτε ποικιλία του φυτού. Συνήθως τα φυτά του λούπινου διαθέτουν απλό, βασικό ριζικό σύστημα, με ελάχιστες πλευρικές ρίζες. Λιγότερα είναι τα είδη εκείνα τα οποία έχουν αρκετά ανεπτυγμένο ριζικό σύστημα με πολλαπλές πλευρικές ρίζες. Το απλό ριζικό σύστημα των φυτών συνήθως μπορεί να βυθίζεται στο έδαφος, σε βάθος 1 με 2 μέτρα. Στο κύριο άξονα του ριζικού συστήματος αναπτύσσονται οζίδια του βακτηρίου *Bradyrhizobium*, το οποίο βοηθά το φυτό να καλύψει τις ανάγκες του σε άζωτο με την διαδικασία της αζωτοδεύσμησης. Είναι αναμενόμενο σε διάφορα είδη, η μορφολογία των ριζών να ποικίλει. Δεν είναι όμως ο μοναδικός παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει την μορφολογία των ριζών των φυτών αυτών. Διαφορετική μορφολογία παρατηρείται και σε περιπτώσεις έλλειψης φωσφόρου ή σιδήρου, όπου το ριζικό σύστημα των φυτών εμφανίζει την εικόνα συμπλεγμάτων. Γενικά, διαφορές στην μορφολογία του ριζικού συστήματος παρατηρούνται κατά τον εγκλιματισμό των διάφορων ειδών του φυτού αυτού σε διάφορους τύπους εδάφους.

Σημαντικό τμήμα του φυτού αποτελεί το στέλεχος. Η μορφολογία του ποικίλει ανάλογα το είδος του φυτού, δηλαδή αν ανήκει στα ποώδη, στα δενδρώδη ή στα θαμνώδη φυτά του είδους. Εκτός από την σημαντική αυτή διαφορά, διαφορά εμφανίζουν και στο μέγεθος και την διατομή των στελεχών, ανά ποικιλία. Συνήθως η επιφάνεια των στελεχών εμφανίζεται χνουδωτή, με διαφορετικό βαθμό πυκνότητας σε κάθε είδος. Σε άλλες περιπτώσεις όμως εμφανίζεται γυμνή με κηρώδη χροιά.

Χαρακτηριστική μορφολογία εμφανίζουν τα φύλλα των φυτών αυτών. Το σχήμα των φύλλων χαρακτηρίζεται παλαμοειδές και αποτελείται από φυλλάρια τα οποία εκκλύονται από το ακραίο σημείο του μίσχου, κυκλικά (**Εικόνα 27**). Ο αριθμός των φυλλαρίων σε κάθε φυτού ποικίλει ανά είδος και κυμαίνεται κυρίως από 5 έως 11 φυλλάρια. Ανάλογα με το είδος του φυτού του Λούπινου, το μέγεθος και το πλάτος των φυλλαρίων εμφανίζουν διαφορές.

Τέλος τα άνθη του φυτού είναι οργανωμένα σε μεγάλες ταξιανθίες. Τα άνθη είναι εκείνα που προσελκύουν τις μέλισσες και μπορούν να έχουν χρώμα μπλε, λευκό, κίτρινο ή μαργαριτώδες. Μικρό ποσοστό των ταξιανθών, κυρίως αυτές που βρίσκονται προς την βάση του φυτού, μπορούν να μεταβληθούν και να εξελιχθούν σε λοβούς (**Εικόνα 27**).



Εικόνα 27: Μορφολογία του φυτού του Λούπινου. Απεικονίζονται τα ακανθώδη φυλλάρια του που δομούν το παλαμοειδές φύλλο του φυτού. Τα άνθη του φυτού φέρονται σε ταξιανθίες οι οποίες όταν βρίσκονται κοντά στην βάση του φυτού μπορούν να εξελιχθούν σε λοβούς (Britton and Brown 1913).

3.3.Θρεπτικά συστατικά λούπινου

Το λούπινο εμφανίζει παρόμοια θρεπτικά συστατικά με την σόγια. Είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες καθώς εμφανίζει υψηλά επίπεδα αυτών, ιδίως σε ορισμένα είδη όπως το *L. Mutabilis* και το *L.luteus* όπου στα 100g σπόρου λούπινου έχουμε 50g πρωτεϊνών. Παρόλα αυτά τα επίπεδα πρωτεϊνών δεν είναι όμοια σε όλα τα είδη. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα είδη *L.albus* και *L.angustifolius*. Στο *L.albus* η συγκέντρωση των πρωτεϊνών κυμαίνεται σε μέτρια επίπεδα ενώ αντίθετα στο *L.angustifolius* τα επίπεδα πρωτεϊνών είναι αρκετά χαμηλά (Luiz Trugo and Paul M. Fingals , 2003).

Εκτός από τις πρωτεΐνες που παρέχει στον άνθρωπο το λούπινο, περιέχει και όλα τα απαραίτητα αμινοξέα. Ακόμα στερούνται αμύλου, ενώ οι κυριότεροι υδατάνθρακες που περιέχονται σε αυτά είναι ολιγοσακχαρίτες και μη φυτικοί πολυσακχαρίτες. Ολιγοσακχαρίτες εντοπίζονται επίσης και στις κοτυληδόνες του φυτού. Οι ολιγοσακχαρίτες αυτοί ανήκουν κυρίως στην οικογένεια της ραφινόζης και μπορεί να είναι και σακχαρόζη (Luiz Trugo and Paul M. Fingals , 2003). Στους σπόρους του λούπινου εντοπίζονται ακόμα γαλακτοσίδια όπως Ραφινόζη, σταχυόζη και βερβακκόζη. Τα γαλακτοσίδια αυτά προκύπτουν από την σακχαρόζη με αυξημένο αριθμό μονάδων α-γαλακτοζυλίου, συνδεδεμένων με γλυκόζη (Luiz Trugo and Paul M. Fingals, 2003). Θεωρούνται δύσκολα στην πέψη σάκχαρα και για τον λόγο αυτό μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό λειτουργικό συστατικό τροφίμων. Έτσι είναι δυνατή η μελλοντική τους χρήση ως παράγοντες ζύμωσης στο ανθρώπινο έντερο, ώστε να υποβοηθούν την διατήρηση της μικροβιακής χλωρίδας του. Πρέπει ακόμα να σημειωθεί ότι οι πολυσακχαρίτες που εντοπίζονται στο λούπινο αποτελούν κύριο συστατικό του κυτταρικού τοιχώματος του κυτοσολίου και εξ αυτών μόλις το 1% είναι υδατοδιαλυτοί.

Πίνακας 5: Συγκεντρωτικός πίνακας θρεπτικών συστατικών του λούπινου (Information porta lfor lupins 2010).

Component	<i>L. angustifolius</i>		<i>L. albus</i>		<i>L. luteus</i>		<i>L. mutabilis</i>	
	whole seed (%)	kernel (%)	whole seed (%)	kernel (%)	whole seed (%)	kernel (%)	whole seed (%)	kernel (%)
Moisture	9	12	9	11	9	12	8	10
Protein	32	41	36	44	38	52	44	52
Fat	6	7	9	11	5	7	14	17
Ash	3	3	3	4	3	4	3	4
Crude fibre	15	9	10	2	13	2	7	10
Lianin	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
NSP	22	29	17	21	8	11	9	10
Oliaosaccharides	4	6	7	8	9	12	5	6
Starch	ND	-	ND	-	ND	-	-	-

Η σύσταση του λούπινου σε λιπαρά επίσης ποικίλει ανάλογα με το είδος. Σε ορισμένα τα επίπεδα των λιπαρών που διαθέτουν είναι υψηλά, συμβάλλοντας έτσι στην απόδοση υψηλού ποσοστού ενέργειας, ενώ σε άλλα τα λιπαρά που περιέχουν είναι σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα (**Πίνακας 5**). Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα είδη *L.mutabilis* και *L.albus*. Το *L.mutabilis* είναι ένα πιθανό φυτό για την χρήση του στην παραγωγή ελαιολάδου λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε λιπαρά. Αντίθετα το *L.albus* εμφανίζει υψηλότερα επίπεδα πρωτεϊνών παρά λιπαρών που βρίσκονται σε μέτρια επίπεδα, ενώ τα κορεσμένα λιπαρά οξέα του κυμαίνονται σε φυσιολογικά επίπεδα. Επίσης το *L.albus* περιέχει υψηλά επίπεδα λινολενικού οξέος, εκτιμάται περίπου σε ποσοστό 44%, το οποίο αποτελεί σημαντική πηγή ω-3 λιπαρών και το οποίο βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα στο *L.mutabilis* και *L.angustifolius*. Ακόμη υψηλά επίπεδα ελαϊκού οξέος εντοπίζονται σε όλα τα είδη του φυτού Λούπινο και εκτιμάται πως η αναλογία πολυακόρεστων λιπαρών οξέων προς τα κορεσμένα λιπαρά οξέα, στα περισσότερα από τα είδη, είναι 1,3 – 2,9:1, μια αναλογία υψηλότερη από την αντίστοιχη στο βόειο κρέας και μικρότερη από εκείνη στην σόγια (Luiz Trugo and Paul M. Fingals, 2003).

Σε ότι αφορά τις βιταμίνες και τα μέταλλα που προσλαμβάνει ο άνθρωπος από τους καρπούς του λούπινου, φαίνεται να είναι αντίστοιχα με εκείνα των υπόλοιπων όσπριων. Πιο αναλυτικά προκύπτει πως το λούπινο αποτελεί πολύ καλή πηγή βιταμινών του συμπλέγματος B, ιδιαίτερα της νιασίνης που η συγκέντρωσή της είναι μεγαλύτερη από 4mg ανά 100g καρπού. Αντίστοιχα η Θειαμίνη είναι παρούσα σε συγκέντρωση 0,5mg/100g, ριβοφλαβίνη σε συγκέντρωση 0,4mg/100g, ενώ επίσης εμφανίζονται σε ικανοποιητικές ποσότητες τα καροτενοειδή και οι τοκοφερόλες. Εκτός από το ασβέστιο που εντοπίζεται σε χαμηλά επίπεδα σε όλα τα είδη του φυτού, το Μαγγάνιο, ο Σίδηρος και ο Ψευδάργυρος βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα. Πιο συγκεκριμένα το Μαγγάνιο παρατηρείται σε ασυνήθιστα υψηλά επίπεδα, ειδικά στο είδος *L.albus*, όπου μπορεί να φτάσει τα 83.5 με 143 mg/100g. Συνήθως όμως κυμαίνεται από 2.5 έως 38mg/ 100g. Αντίστοιχα οι συγκεντρώσεις στις οποίες εντοπίζεται ο σίδηρος και ο ψευδάργυρος είναι 2.5 με 14mg/100g και 3 έως 18mg/100g αντίστοιχα.

3.4. Καλλιεργητική τεχνική λούπινου

3.4.1. Κλίμα

Το λούπινο όπως και τα άλλα ψυχανθή φυτά δεν αντέχει τις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Κυρίως καλλιεργείται σε θερμές περιοχές τον χειμώνα ενώ σε ψυχρές περιοχές καλλιεργείται κυρίως την άνοιξη. Διάφορα προβλήματα στην βλάστησή του προκύπτουν σε θερμοκρασίες κοντά στους 3°C, ενώ στους -3°C προκύπτουν βλάβες στα άνθη του φυτού. Φθάνοντας στους -5°C σημαντικές βλάβες προκύπτουν σε όλα τα υπέργεια τμήματα του φυτού. Και οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες όμως αποτελούν πρόβλημα για την επιβίωση του φυτού. Αγγίζοντας λοιπόν θερμοκρασίες κοντά στους 33°C ξεκινά η πτώση των ανθών του φυτού και μείωση της καρπόδεσης. Συμπερασματικά προκύπτει ότι το φυτό του λούπινου αναπτύσσεται βέλτιστα σε ένα θερμοκρασιακό εύρος από 14°C έως 25°C και για χρονικό διάστημα από 110 έως 125 μέρες.

3.4.2.Υγρασία

Το λούπινο αναπτύσσεται σε εδάφη με καλή αποστράγγιση. Γενικά δεν ευδοκιμεί στα πλημμυρισμένα εδάφη και είναι ευαίσθητο στην υπερβολική υγρασία. Ευδοκιμεί σε περιοχές με βροχοπτώσεις της τάξης των 380 έως 450 χιλιοστών ετησίως (DPI Victoria, 2010). Παρά την ευαισθησία του φυτού στην υγρασία και η παρατεταμένη ξηρασία και οι υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να του προκαλέσουν αντίστοιχα βλάβες και προβλήματα στην ανάπτυξή του. Κυρίως από το στάδιο της άνθησης του φυτού και μετά οι μεγάλη έλλειψη εδαφικής υγρασίας μπορεί να προκαλέσει αρνητικά αποτελέσματα στην απόδοση της καλλιέργειας.

3.4.3.Έδαφος

Γενικά το λούπινο ευδοκιμεί σε εδάφη τα οποία δεν νεροκρατούν. Φυτεύονται σε κανονικό βάθος και σε χώμα μαλακό, ελαφρώς όξινο ή ουδέτερο και ευδοκιμεί ακόμα και σε εδάφη φτωχά. Γενικότερα το pH του εδάφους στο οποίο ευδοκίμουν οι διάφορες ποικιλίες του λούπινου ποικίλει. Για παράδειγμα το φυτό *L. angustifolius* ευδοκιμεί σε όξινο και αμμώδες έδαφος, χαμηλής γονιμότητας και είναι ανεκτικό στην παρουσία υψηλότερων ποσοτήτων νερού. Αντίθετα το φυτό *L. albus* ευδοκιμεί σε εδάφη εύφορα και με μεγαλύτερο pH κοντά στην τιμή 7. Επίσης δεν έχει αντοχές στην ύπαρξη μεγάλων ποσοτήτων νερού στο έδαφος (Πίνακας 6).

Πίνακας 6: Πίνακας ειδών του Λούπινου με τις αντίστοιχες εδαφολογικές απαιτήσεις τους για την ανάπτυξή τους (Brandetal., 2002 ; Information portal for lupins 2010).

Soil factor	Least adapted	Less adapted	Adapted	Most adapted
Low pH (high Al)	<i>L. albus</i>		<i>L. angustifolius</i>	<i>L. luteus</i>
High pH (high HCO ₃ ⁻)	<i>L. angustifolius</i>	<i>L. luteus</i>	<i>L. albus</i>	<i>L. pilosus</i> <i>L. atlanticus</i>
Transient waterlogging	<i>L. albus</i>	<i>L. atlanticus</i>	<i>L. angustifolius</i>	<i>L. luteus</i>
Low fertility (sandy soils)	<i>L. albus</i>		<i>L. angustifolius</i>	<i>L. luteus</i>

3.4.4.Συγκομιδή

Ο χρόνος στον οποίον θα πραγματοποιηθεί η συγκομιδή έχει πολύ σημαντικό ρόλο στην απόδοση της καλλιέργειας αλλά και την ποιότητα των καρπών. Γενικά οι καρποί του λούπινου πρέπει να συλλέγονται τρεις εβδομάδες αφότου τα φυτά έχουν φτάσει σε ένα φυσιολογικό επίπεδο ωρίμανσης. Το στάδιο αυτό αποτελεί το σημείο στο οποίο η ωρίμανση των καρπών έχει ολοκληρωθεί και ο καρπός έχει φτάσει το μέγιστο νωπό του βάρος (Walkeretal., 2011). Καθυστέρηση στην συλλογή των καρπών μπορεί να επιφέρει σημαντικές μειώσεις στην απόδοση της καλλιέργειας λόγω της φθοράς των καρπών, της πτώσης τους από τα φυτά στο έδαφος και τον θρυμματισμό τους.

3.5.Παράσιτα και ασθένειες

3.5.1.Παράσιτα

Κατά την φάση της φύτευσης των σπόρων και των επόμενων ημερών ανάπτυξης, το φυτό του λούπινου είναι πολύ ευαίσθητο σε προσβολές από κάμπιες, ψύλλους, ακάρεα, μύγες και σαλιγκάρια. Όταν συμβεί ξαφνική προσβολή παρασίτων μπορεί να είναι απαραίτητη η επανασπορά των φυτών (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013). Κατά το στάδιο της άνθησης αφίδες και θρίπες προσβάλλουν τα φυτά. Οι αφίδες προκαλούν, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενα κεφάλαια στα φυτά του φασολιού και της φακής, βλάβες στα τμήματα σε διάφορα όργανα του φυτού απομυζώντας τους χυμούς του. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να λειτουργούν ως φορείς ιών στα φυτά που προσβάλλουν. Αντίστοιχα οι θρίπες προκαλούν μικρές ζημιές στα φυτά, μπορούν όμως να προκαλέσουν και ανθόρροια όταν ο αριθμός τους στο φυτό είναι αρκετά μεγάλος (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013).

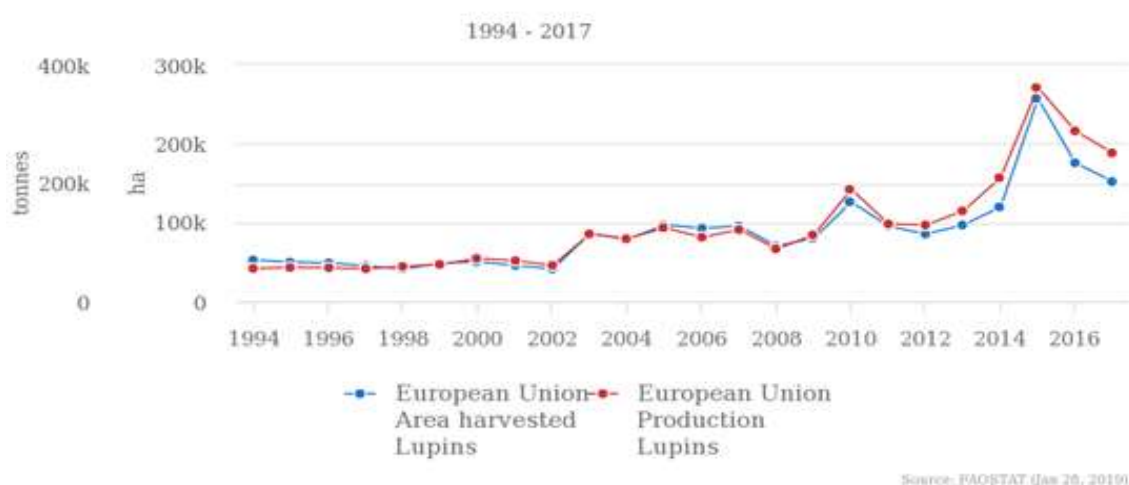
3.5.2.Ασθένειες

Όπως και τα υπόλοιπα ψυχανθή φυτά που αναλύθηκαν στην εργασία αυτή, έτσι και το λούπινο εμφανίζει ευαισθησία σε μια σειρά ασθενειών. Ορισμένες από τις ασθένειες αυτές είναι κοινές με τα υπόλοιπα ψυχανθή φυτά. Συγκεκριμένα το λούπινο εμφανίζει ευαισθησία στις εξής ασθένειες (Australian Government, Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2013):

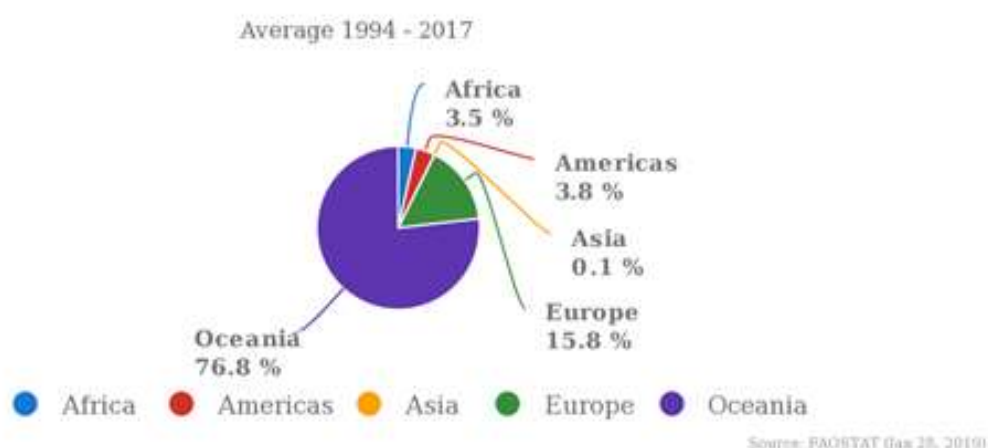
- ♦ **Καστανή κηλίδωση των φύλλων:** η ασθένεια αυτή προκαλείται έπειτα από μόλυνση του φυτού από τον μύκητα *Pleiochaeta setosa*. Ο μύκητας αυτός προκαλεί σήψη των ριζών και καφέ κηλίδωση των φύλλων. Υγρές περιοχές ευνοούν την ανάπτυξη αυτή του μύκητα. Γενικά παρατηρείται πως καλλιέργειες που σπέρνονται το Φθινόπωρο είναι πιο ευπαθής στην ασθένεια αυτή.
- ♦ **Σκληρωτινία:** Αποτελεί μια ασθένεια του εδάφους που οφείλεται σε προσβολή του μύκητα *Sclerotinia sclerotium*. Μολύνει το στέλεχος του φυτού.
- ♦ **Λουπίνωση:** Αποτελεί μια ασθένεια κυρίως των ζώων που βόσκουν το φυτό του λούπινου και έχουν μολυνθεί από τον μύκητα *Phomopsis leptostromiformis*. Στο φυτό του λούπινου δεν προκαλεί σημαντικές βλάβες.
- ♦ **Ανθράκνωση:** Προκαλείται από τον μύκητα *Glomerellacingulate*. Ασθένεια που δημιουργεί έλκη στο στέλεχος το οποίο γέρνει και συνεχώς σπάει.
- ♦ **Βοτρυτιδα:** Προκαλείται από τον μύκητα *Botrytis cinerea*. Ο μύκητας αυτός προσβάλλει τα στελέχη των φυτών προκαλώντας έλκη.

3.6.Παραγωγή του Λούπινου σε Ευρώπη και Ελλάδα

Η παραγωγή του λούπινου στην Ευρώπη όπως παρατηρούμε (Εικόνα 28), πρόσφατα εμφανίζει αύξηση από το 2015. Από δεδομένα που προκύπτουν (FAOSTAT 2019), βλέπουμε και στο γράφημα που ακολουθεί την παραγωγή του λούπινου από το έτος 1994 έως το 2017. Από το 1994 έως και το 2002 η συνολική παραγωγή του λούπινου στην Ευρώπη δεν άγγιζε τους 100.000 τόνους ετησίως. Από το 2003 και έως το 2014 η παραγόμενη ποσότητα λούπινου στην Ευρώπη αυξήθηκε τελικά στους 100.000 τόνους, ενώ το έτος 2015 πλησίασε τους 300.000 τόνους. Την ίδια χρονική περίοδο η Ωκεανία αποτελεί τον κύριο παραγωγό λούπινου με ποσοστό 76.8%, ενώ ακολουθεί η Ευρώπη με ποσοστό 15.8%. Αφρική και Αμερική δεν εμφανίζουν μεγάλη ανάπτυξη λούπινου με ποσοστά 3.5% και 3.8% αντίστοιχα ενώ τέλος ακολουθεί η Ασία που αγγίζει μόλις το 0.1% του παραγόμενου λούπινου (Εικόνα 29).

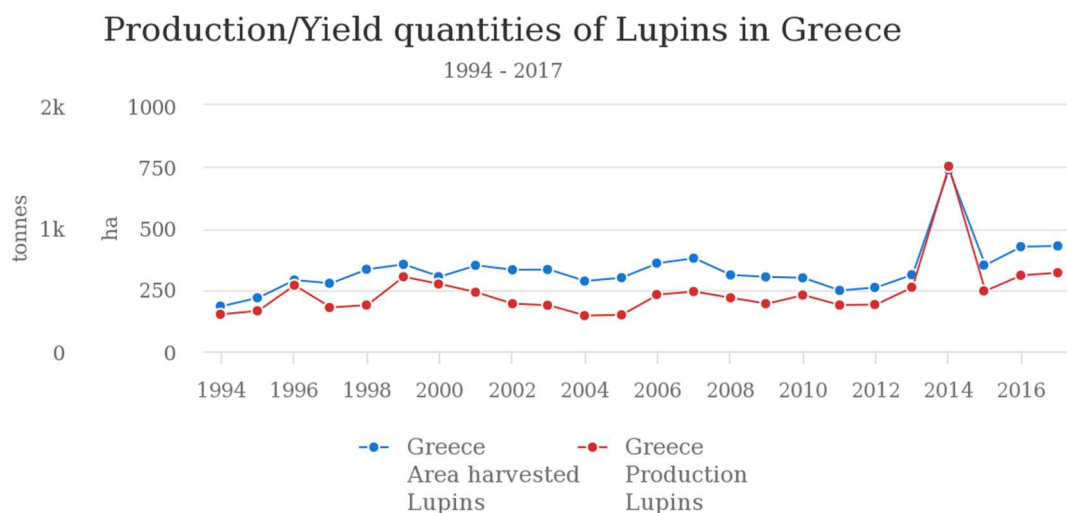


Εικόνα 28: Γραφική αναπαράσταση της συνολικής παραγόμενης ποσότητας λούπινου στην Ευρώπη από το έτος 1994 έως και το 2017 (FAOSTAT 2019).

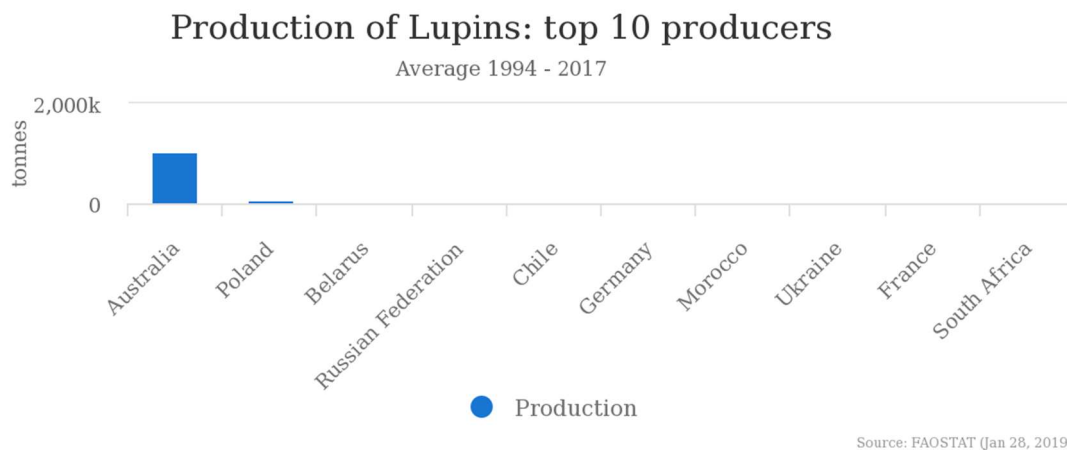


Εικόνα 29: Γραφική απεικόνιση της παραγωγής λούπινου σε Ευρώπη, Αφρική, Αμερική και Ασία κατά τα έτη από το 1994 έως και το 2017 (FAOSTAT 2019).

Αντίστοιχα στην Ελλάδα τα χρόνια από το 1994 έως και το 2013 αγγίζει περίπου τους 250.000 τόνους ετησίως. Το 2014 εμφανίζει μια αύξηση της παραγωγής του λούπινου και αγγίζει τους 750.000 τόνους. Η αυξημένη αυτή παραγωγή όμως πέφτει ξανά στην παραγωγή των προηγούμενων ετών για τα έτη που ακολουθούν και έτσι από το 2015 έως και το 2017 η παραγόμενη ποσότητα του λούπινου στην Ελλάδα κυμαίνεται ξανά κοντά στους 250.000 τόνους (**Εικόνα 30**).



Εικόνα 30: Γραφική απεικόνιση της παραγωγής Λούπινου στην Ελλάδα από το έτος 1994 έως και το έτος 2017 (FAOSTAT 2019).



Εικόνα 31: Γραφική αναπαράσταση των 10 χωρών με την μεγαλύτερη παραγωγή λούπινου ετησίως (FAOSTA 2019).

4.Συζήτηση και Συμπεράσματα

Τα ψυχανθή αποτελούν μια μεγάλη οικογένεια φυτών με μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο. Τα εκμεταλλεύεται τόσο για την δική του διατροφή όσο και για την διατροφή των αγροτικών του ζώων. Ορισμένα από τα φυτά της οικογένειας αυτής αποτελούν και φυτά μεγάλης ενεργειακής αξίας. Το γεγονός αυτό αυξάνει την σημαντικότητά τους καθώς στην εποχή μας οι μεγάλες κλιματολογικές αλλαγές που επηρεάζουν την ανάπτυξη των καλλιεργειών αλλά και την απόδοσή τους, μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές ελλείψεις και αδυναμία κάλυψης των ενεργειακών αναγκών του πληθυσμού του πλανήτη μας.

Στην οικογένεια αυτή των ψυχανθών ανήκουν και η φακή, το φασόλι, το κουκί και το λούπινο. Τα τέσσερα αυτά φυτά αποτέλεσαν το αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας και αναλύθηκε το κάθε ένα ξεχωριστά με στόχο να μελετηθούν οι ανάγκες της καλλιέργειας των φυτών αυτών, τα πιθανά προβλήματα στην καλλιέργειά τους και φυσικά η εικόνα της παραγωγής τους σε παγκόσμια κλίμακα σήμερα.

Ξεκινώντας από το φυτό της φακής, αποτελεί ένα από τα πρώτα φυτά που καλλιεργήσε ο άνθρωπος. Είναι ποώδη ετήσια φυτά και καλλιεργούνται κυρίως για την συλλογή των σπόρων τους. Είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά όπως πρωτεΐνες, αμινοξέα, ολιγοσακχαρίτες, σίδηρο, ασβέστιο, βιταμίνες Α αλλά και άλλα. Γενικά αποτελεί ένα εξαιρετικά προσαρμοστικό φυτό και σε ποικίλα κλίματα αλλά και διάφορους τύπους χώματος. Παρά την προσαρμοστικότητά του όμως θα λέγαμε πως ευδοκμεί σε θερμοκρασίες από 18°C έως 30°C. Για τον λόγο αυτό σε περιοχές με σκληρούς χειμώνες η σπορά πραγματοποιείται κυρίως την άνοιξη ενώ σε περιοχές με ήπιους χειμώνες η σπορά μπορεί να γίνει και το Φθινόπωρο. Σε ότι αφορά το έδαφος, το φυτό της φακής φαίνεται να προτιμά εδάφη που δεν νεροκρατούν και με pH από 6 έως 8. Η προετοιμασία του εδάφους αποτελεί επίσης ένα βασικό βήμα για τον παραγωγό ο οποίος ανάλογα με τις ανάγκες του αγρού προς καλλιέργεια προχωρά στο όργωμα αλλά και την λίπανσή του. Σημαντική είναι και η φροντίδα που πρέπει να έχει ο παραγωγός και στην πυκνότητα της καλλιέργειας των φυτών για περιορισμό της ανάπτυξης των ζιζανίων αλλά και για βελτιστοποίηση και αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειάς του. Εκτός από τα μέτρα που αναλύθηκαν και παρά πάνω για το έδαφος και τις ανάγκες του φυτού ώστε να επιτευχθεί από τον παραγωγό η βέλτιστη παραγωγή, σημαντική είναι και η λήψη μέτρων για την υγεία του αγρού που θα καλλιεργηθεί. Έτσι είναι απαραίτητη η συνεχής προσοχή, παρακολούθηση και φροντίδα των φυτών ώστε να προληφθούν πολλές ασθένειες που οφείλονται σε βακτήρια ή μύκητες και μπορούν να προσβάλλουν το φυτό της φακής.

Στην ανασκόπησή μας ιδιαίτερο ενδιαφέρον και σημαντικά δεδομένα αποτελούν εκείνα που μας δείχνουν την καλλιέργεια της φακής στην Ευρώπη και την Ελλάδα. Η εικόνα που παίρνουμε από τα δεδομένα αυτά είναι πως γενικά στην Ευρώπη αλλά και την Ελλάδα η παραγωγή φακής είναι αρκετά χαμηλή. Στην Ελλάδα πιο συγκεκριμένα αγγίζει μόλις το 0,1% της παγκόσμιας παραγωγής φακής. Αντίθετα ο Καναδάς αποτελεί τον κύριο παραγωγό φακής παγκοσμίως, ξεπερνώντας τους 1.000.000 τόνους ετησίως. Τον Καναδά ακολουθεί η Ινδία και η Τουρκία πλησιάζοντας τους 1.000.000 τόνους παραγομένης φακής (FAOSTAT 2019).

Όπως και η φακή έτσι το φασόλι και το κουκί αποτελούν φυτά που καλλιεργούνται για τον σπόρο τους. Αποτελούν και αυτά σημαντικό συστατικό της διατροφής του ανθρώπου και βασικό συστατικό της κουζίνας πολλών χωρών. Το μέγεθός τους αλλά και το σχήμα τους ποικίλει και μπορεί να είναι θαμνώδεις ή αναρριχητές. Φασόλι και κουκί εμφανίζουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά ως προς την μορφολογία τους αλλά και την ανάπτυξη του φυτού τους, γεγονός πολύ λογικό καθώς αποτελούν συγγενικά είδη. Αναπτύσσονται ιδανικά σε εδάφη που δεν νεροκρατούν και δεν έχουν μεγάλη εδαφική υγρασία, ώστε να αποφεύγονται και πιθανές ασθένειες που οφείλονται σε μύκητες του εδάφους. Προτιμούν αμμώδη εδάφη με pH από 6.5 έως 7. Οι βέλτιστες θερμοκρασίες στις οποίες αναπτύσσονται κυμαίνονται από 15°C έως 25°C. Καλλιεργούνται σε σειρές και συχνά χρησιμοποιούνται τεχνητά υποστηρικτικά μέσα στις ποικιλίες που ανήκουν στους αναρριχητές.

Αποτελούν σημαντικό συστατικό στην διατροφή του ανθρώπου για τα πλούσια θρεπτικά συστατικά που περιέχουν. Είναι πλούσια σε φυλλικό οξύ, σίδηρο, ψευδάργυρο, μαγνήσιο, κάλιο αλλά και πρωτεΐνες. Όπως και το φυτό της φακής έτσι το φασόλι αλλά και το κουκί είναι ευαίσθητα σε ασθένειες που πιθανόν να προέρχονται από βακτήρια ή μύκητες. Τέτοιες ασθένειες που προσβάλλουν γενικά τα ψυχανθή φυτά αποτελούν η Ανθράκωση, ο Βοτρύτης και το Ωίδιο.

Σε ότι αφορά την παραγωγή του φασολιού θα λέγαμε πως μάλλον ακολουθεί μια φθίνουσα πορεία με τα χρόνια (FAOSTAT 2019). Περίπου την τελευταία δεκαετία η παραγόμενη ποσότητα φασολιού στην Ελλάδα κυμαίνεται περίπου στους 7.500 τόνους ετησίως. Η εικόνα στην Ευρώπη παρουσιάζει μια αντίθετη πορεία από αυτή της Ελλάδας (**Εικόνα 30**). Από το 2014 και έπειτα ανοδικές τάσεις στην παραγωγή φασολιού παρατηρούνται στην Ευρώπη πλησιάζοντας τους 500.000 τόνους παραγόμενου φασολιού ετησίως (FAOSTAT 2019).

Τέλος έγινε λόγος και για το φυτό του Λούπινου. Αποτελεί κυρίως ποώδες φυτό, υπάρχουν όμως και ποικιλίες στις οποίες τα φυτά είναι θαμνώδη ή δενδρώδη. Για το λόγο αυτό εμφανίζουν και ποικίλα μορφολογικά χαρακτηριστικά σε ότι αφορά το στέλεχος των φυτών τους. Το φυτό αυτό όπως και τα υπόλοιπα φυτά της οικογένειας των ψυχανθών που αναλύσαμε καλλιεργείται κυρίως για τους σπόρους του. Παρόλα αυτά λόγω των χρωματισμών του ανθού τους ορισμένα από αυτά πολλές φορές χρησιμοποιούνται και ως καλλωπιστικά φυτά. Το φυτό του λούπινου μπορεί να καλλιεργείται σε εδάφη όπου το pH τους να είναι ανάλογο της ποικιλίας προς καλλιέργεια. Υπάρχουν ποικιλίες του φυτού οι οποίες προτιμούν να αναπτύσσονται σε όξινο pH ενώ άλλες σε αλκαλικό. Ευδοκιμούν σε θερμοκρασίες από 14°C έως και 25°C για χρονικό διάστημα από 114 ημέρες έως 125. Σημαντικό ρόλο στην απόδοση της καλλιέργειας είναι ο χρόνος συγκομιδής καθώς οποιαδήποτε καθυστέρηση στην συλλογή των σπόρων μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση στην απόδοση της καλλιέργειας. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το λούπινο μπορεί να ευδοκιμεί σε εδάφη φτωχά και να αποδίδει σημαντικές ποσότητες παραγόμενων καρπών.

Το λούπινο αποτελεί μια πολύ σημαντική καλλιέργεια καθώς αποτελεί φυτό με πλούσια θρεπτικά συστατικά για τον άνθρωπο και όχι μόνο. Είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες, βιταμίνες, αμινοξέα, ολιγοσακχαρίτες και άλλα μικροσυστατικά. Ορισμένα από τα είδη αυτά περιέχουν και ασυνήθιστα μεγάλες ποσότητες λιπαρών και για τον λόγο αυτό εξετάζεται η χρήση τους για την παραγωγή φυτικών ελαίων.

Μέχρι και σήμερα θα λέγαμε πως η παραγωγή λούπινου στην Ελλάδα δεν εμφανίζει ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως μόνο κατά το έτος 2014, η παραγωγή λούπινου στην Ελλάδα άγγιξε τους 750.000 τόνους, ενώ τα προηγούμενα χρόνια καθώς και τα χρόνια που ακολούθησαν η παραγωγή κυμαίνεται στους 400.000 τόνους ετησίως (FAOSTA 2019). Παρόμοια εικόνα παρατηρείται και στην Ευρώπη όπου και εκεί η παραγωγή του Λούπινου τα τελευταία χρόνια δεν ξεπερνά τους 400.000 τόνους ετησίως. Αντίθετα σε χώρες όπως η Αυστραλία και η Πολωνία η παραγωγή λούπινου είναι ιδιαίτερα υψηλή με την Αυστραλία να αποτελεί την πρώτη χώρα στην παραγωγή λούπινου, με παραγωγή 1.025.179 τόνους ετησίως (**Εικόνα 31**) (FAOSTAT 2019).

Η καλλιέργεια όλων των παραπάνω φυτών που ανήκουν στην οικογένεια των ψυχανθών φυτών, όπως αναλύθηκε, δεν αποτελεί περίπλοκη ή επίπονη διαδικασία για τον παραγωγό. Ακόμη το οικονομικό κόστος για την καλλιέργεια τους είναι εξαιρετικά διαχειρίσιμο από τους παραγωγούς που επιθυμούν να καλλιεργήσουν τα φυτά αυτά και η καλλιέργειά τους εμφανίζει μια σειρά πλεονεκτημάτων σε σχέση με την καλλιέργεια άλλων φυτών καθώς πολλά από τα φυτά αυτά μπορούν να καλλιεργηθούν ακόμη και σε άγονα εδάφη αποδίδοντας ικανοποιητικές ποσότητες καρπών. Σε μια κατεξοχήν γεωργική και κτηνοτροφική χώρα όπως η Ελλάδα η καλλιέργεια ειδικά τέτοιων φυτών, τα οποία μπορούν να προσφέρουν σημαντικά οφέλη στην βιομηχανία αλλά και την οικονομία της χώρας, θα πρέπει να ενισχυθεί σημαντικά από το κράτος. Με στόχο την ανάπτυξη της χώρας και με την παρακίνηση και ενίσχυση νέων αγροτών, μπορούν να αυξηθούν οι καλλιέργειες των φυτών αυτών στην χώρα μας.

Βιβλιογραφία

1. Ainouche, A.K., Bayer, R.J. (1999). Phylogenetic relationships in *Lupinus* (Fabaceae: Papilionoideae) based on internal transcribed spacer sequences (ITS) of nuclear ribosomal DNA. *American Journal of Botany* 86: 590 – 607.
2. Alexander W. 2015. Lentil trading and marketing: Australian grain exports. [2017-04-07]. <https://grdc.com.au/Researchand-Development/GRDC-Update-Papers/2015/08/Lentiltrading-and-marketing>
3. Bamdad F, Goli AH, Kadivar M (2006) Preparation and characterization of proteinous edible film from lentil (*Lens culinaris*). *Food Res Int* 39:106–111.
4. Britton, N.L., Brown, A., (1913). An illustrated flora of the Northern United States, Canada and the British Possessions. Volume 3. Charles Scribner's Sons, New York. Vol. 2: 348.
5. Clementes, J.C., Buirchell, B.J., Yang, H., Smith, P.M.C., Sweetingham, M.W., Smith, C.G., (2005a). *Lupin* Chapter 9. In: R. Singh, P. Jauhar eds. *Genetic Resources, chromosome Engineering and Crop Improvement : Volume 1. Grain Legumes*. CRC Press.
6. Demirbas A (2005) b-Glucan and mineral nutrient contents of cereals grown in Turkey. *Food Chem* 90:773–777
7. Díaz SJ, Peñaloza HE (1995) Critical period of weed interference in dry peas (*Pisum sativum* L) cv Progreta and lentil (*Lens culinaris* M) cv Araucana-INIA. *Agricultura Técnica Santiago* 55:176–182
8. El-Adawy TA, Rahma EH, El-Bedawey AA, El-Beltagy AE (2003) Nutritional potential and functional properties of germinated mung bean, pea and lentil seeds. *Plant Foods Hum Nutr* 58:1–13
9. Ehsan, Bhadauria, Ramsay, M. Borhan², Judith Lichtenzweig³, Bett, Vandenberg, Banniza. Defense responses of lentil (*Lens culinaris*) genotypes carrying non-allelic ascochyta blight resistance genes to *Ascochyta lentis* infection. *PLOS ONE* (2018).
10. Gossen BD, Morrall RAA. Effect of Ascochyta blight on seed yield and quality of lentils. *Can J Plant Pathol*. 1983; 5: 168±173.
11. Gladstones, J.S. (1998). Distribution, Origin, Taxonomy, History and importance. Chapter 1. In: J.S. Gladstones, CA Atkins, J Hamblin eds. *Lupins as crop plants: biology, production and utilization*. CAB International Wallingford. UK pp. 1 – 39.
12. Hoover R, Hughes T, Chung HJ, Liu Q (2010) Composition, molecular structure, properties, and modification of pulse starches: a review. *Food Res Int* 43:399–413
13. Siddique, Johansen, Turner, Jeuffroy, Hashem, Sakar, Gan, Alghamdi. Innovations in agronomy for food legumes. A review. *Agron. Sustain. Dev.* (2012) 32:45–64 DOI 10.1007/s13593-011-0021-5.
14. Kurlovich, B.S., Stankevich, A.K., Stepanova, S.I. (2002b). The review of the genus *Lupinus* L. Chapter 2. In: B.S., Kurlovich ed. *Lupins (Geography, Classification, genetic resources and breeding)*. OY International North Express. St. Petersburg, Russia – Pellosoiniemi, Finland pp. 11 – 38.
15. Trugo and Finglas. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (Second Edition), 2003. Elsevier Science Ltd.
16. Joshi, Timilsena, Adhikari. Global production, processing and utilization of lentil: A review. *Journal of Integrative Agriculture* 2017, 16(12): 2898–2913.
17. Mitchell DC, Lawrence FR, Hartman TJ, Curran JM. Consumption of dry beans, peas, and lentils could improve diet quality in the US population. *J Am Diet Assoc* 2009;109:909–13.

18. Naganowska, B., Wolko, B., Sliwinska, E., Kaczmarek, Z. (2003). Nuclear DNA content variation and species relationships in the genus *Lupinus* (*Fabaceae*). *Ann. Bot.* 92: 349 – 355.
19. Padovani RM, Lima DM, Colugnati FAB, Rodriguez-Amaya DLB (2007) Comparison of proximate, mineral and vitamin composition of common Brazilian and US food. *J Food Comp Anal* 20:733–738
20. Pandey AK, Prasad K, Singh P, Singh RD (1998) Comparative yield loss assessment and crop–weed association in major winter crops of mid hills of N-W Himalayas. *Indian J Weed Sci* 30:54–57
21. Ryan E, Galvin K, O'Connor TP, Maguire AR, O'Brien NM (2007) Phytosterol, squalene, tocopherol content and fatty acid profile of selected seeds, grains, and legumes. *Plant Foods Hum Nutr* 62:85–91
22. Singh, S., Singh, H.D. and Sikka, K.C. 1968. Distribution of nutrients in the anatomical parts of common Indian pulses. *Cereal Chem.* 45: 13.
23. Thavarajah D, Thavarajah P, Sarker A, Materne M, Vandemark G, Shrestha R, Idrissi O, Hacikamiloglu O, Bucak B, Vandenberg A (2011) A global survey of effects of genotype and environment on selenium concentration in lentils (*Lens culinaris*L.): implications for nutritional fortification strategies. *Food Chem* 125:72–76
24. Umeta M, West CE, Fufa H (2005) Content of Zn, Fe, Ca and their absorption inhibitors in foods commonly consumed in Ethiopia. *J Food Comp Anal* 18:803–817
25. United States Department of Agriculture (USDA) (2011) USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 23.(accessed Jan 2011)
26. Vandenberg, A. and Slinkard, A. E. 1990. Genetics of seed coats color and pattern in lentil. *J. Hered.* 81:484-488.
27. US Department of Agriculture; Agricultural Research Service. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, release 25. 2012. Nutrient Data Laboratory Home Page. Available from: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl> (cited 19 May 2014).
28. Vidal-Valverde C, Frias J, Sierra I, Blazquez IF, Lambein F, Kuo YH (2002) New functional legume foods by germination: effect on the nutritive value of beans, lentils and peas. *Eur Food Res Technol* 215:472–477.
29. Jesus Maria Salcedo. Global Crop Diversity Trust. Regeneration Guidelines. Common Bean.
30. Li & Yang. A novel perspective on seed yield of broad bean (*Vicia faba* L.): differences resulting from pod characteristics. *Scientific Reports*. *Scientific Reports* volume 4, Article number: 6859 (2014).
31. Wink, M., Merino, F., Kass, Ernst (1999). Molecular evolution of Lupins (*Leguminosae: Lupinis*).In "*Lupin, an ancient crop for the new millennium: Proceeding of the 9th International Lupin Conference Klink/Murtiz, Jermany 20-24 June, 1999*". Santen, E., van, Canterbury, New Zealand pp. 278-286.

Διαδικτυακές Πηγές

- I. <http://www.inspection.gc.ca/plants/plants-with-novel-traits>
- II. <http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Lens+culinaris>
- III. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/30274>
- IV. <https://pfaf.org/user/plant.aspx?LatinName=Lens+culinaris>
- V. <https://eol.org/terms>
- VI. [:www.bigstockphoto.com](http://www.bigstockphoto.com)
- VII. www.britannica.com